



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



TESIS

“ANÁLISIS DE LA CIRCULACIÓN VEHICULAR Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN EN LA
CIUDAD DE IZCUCHACA, PROVINCIA DE ANTA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

Presentado por

FRANCO VITO MORALES MENACHO

WALDIRT MOLINEDO QUISPE

Para optar al Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Asesor:

Mgt. Ing. Jean F. Pérez Montesinos

CUSCO – PERÚ

2022



DEDICATORIA

A Dios por encaminarme a llegar hasta culminar y haberme dado fuerza y salud para poder lograr lo trazado, también agradecer por su infinito amor.

A mi papa y mama con mucho amor y afecto, les dedico todo esta investigación, por su sacrificio y entrega, por las prácticas de perseverancia que los difieren del resto y que me ha conducido siempre, por el valor mostrado para salir adelante, por su siempre apoyo permanente en todo momento y por su cariño.

A mi hermano por sus consejos, apoyo y compañía en todo momento demostrando la unión, lealtad y solidaridad que nos forjaron nuestros padres.

También dar las gracias a Dios por haber permitido darme un hijo, quien fue el motivo de fuerza y agallas para seguir adelante aun cuando las cosas se tornaban difíciles.

A mi adorada familia, tíos y primos por las recomendaciones y buenos deseos que me permitieron salir adelante.



AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis papas, mi hermano y mi novia, les agradezco no solo por estar presentes aportando buenas cosas a mi vida, sino también por su apoyo permanente y por los grandes momentos de felicidad compartidos y diversas emociones compartidas.

A mis tíos y primos por sus consejos y recomendaciones, a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil que fueron cómplices en mi formación de mi vida profesional, también agradecer al Mgt. Ing. Jean Fernando. Pérez Montesinos por permitir ser el tutor de esta presente tesis de investigación.

A todos mis amigos y personas que hicieron posible culminar esta investigación.



INDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
RESUMEN	XI
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN	XIII
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Identificación del problema	1
1.1.1. Descripción del problema.....	1
1.1.2. Formulación Interrogativa del Problema:.....	3
1.2. Justificación e Importancia de la Investigación:.....	3
1.2.1. Justificación Técnica	3
1.2.2. Justificación Social.....	4
1.2.3. Justificación por Viabilidad	4
1.2.4. Justificación por Relevancia.....	4
1.3. Limitaciones de la Investigación.....	4
1.3.1. Limitaciones por Espacio	4
1.3.2. Limitaciones por Tiempo	5
1.3.3. Limitaciones por datos	5
1.3.4. Limitaciones por Fuente de Base	6
1.4. Objetivo de la Investigación	6
1.4.1. Objetivo General	6
1.4.2. Objetivos Específicos.....	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes de la Tesis	7
2.1.1. Antecedentes a Nivel Nacional	7
2.1.2. Antecedentes a Nivel Internacional.....	10
2.2. Aspectos Teóricos	15
2.2.1. Infraestructura vial	15
2.2.2. Clasificación de Vías.....	15
2.2.3. Usuarios de la Vía	19
2.2.4. Intersecciones Viales.....	22
2.2.5. Estudios de impacto vial (EIV)	29
2.2.6. Dispositivos para el Control del Tránsito.....	31
2.2.7. Volumen de Transito Horario	33
2.2.8. Velocidad en General.....	33
2.2.9. Capacidad Vial en Intersecciones Semaforzadas	34
2.2.10. Nivel de Servicio.....	34
2.2.11. Tasa de Demanda del Flujo	36



2.2.12. Factor Hora Punta de Intersección	36
2.2.13. Relación de pelotón.....	37
2.2.14. Metodología del HCM 2016	38
2.3. Hipótesis.....	45
2.3.1. Hipótesis General	45
2.3.2. Sub hipótesis	45
2.4. Definición de las variables	46
2.4.1. Variables Independientes	46
2.4.2. Variables Dependiente	46
2.4.3 Cuadro de Operación de Variables.....	47
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA APLICADA	48
3.1. Metodología de la Investigación	48
3.1.1. Enfoque de la Investigación	48
3.1.2. Nivel de Investigación.....	48
3.1.3. Método de Investigación	48
3.2. Diseño de la Investigación	49
3.2.1. Diseño de Investigación Metodológico	49
3.2.2. Diseño de Investigación de Ingeniería	49
3.3. Población y muestra	51
3.3.1. Población.....	51
3.3.2. Muestra.....	58
3.3.3. Criterios de Inclusión	60
3.4. Instrumentos	60
3.4.1. Instrumentos metodológicos o instrumentos de recolección de datos	60
3.4.2. Instrumentos de Ingeniería y software utilizado	62
3.5. Procedimientos de Recolección de Datos	66
3.5.1. Codificación de Movimientos Vehiculares	66
3.5.2. Registro Fílmico.....	66
3.5.3. Recolección de volúmenes vehiculares.....	67
3.5.4. Recolección de características de la vía tanto semafóricas y geométricas.	70
3.6. Procedimientos para el Análisis de Datos.....	73
3.6.1. Determinación de la variación horaria y diaria vehicular - peatonal	73
3.6.2. Determinación De Volúmenes Vehiculares por Sentido:	77
3.6.3. Procesamiento de datos aplicando la metodología del HCM 2016 y software de simulación (Synchro 11).....	77
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	143
4.1. Resultados del análisis del sistema vial actual	143
4.2. Resultados del análisis del sistema vial optimizado	144
4.3. Tabla comparativa (<i>sistema vial estado actual versus sistema vial optimizado</i>).....	146
4.4. Propuesta de solución mediante la alternativa de una vía de evitamiento	149
4.4.1. Objetivo e importancia	149
4.4.2. Estudio de tráfico	152
4.4.3. Estudio topográfico trazo y diseño vial.....	162



4.4.4. Trazo y diseño vial	170
4.4.5. Diseño vial geométrico	175
4.4.6. Diseño geométrico en planta y perfil	182
4.4.8. Resultados del análisis del sistema vial (Vía de Evitamiento).....	189
4.4.9. Resultados del análisis del sistema vial (Carretera nacional PE-3S) Flujo reducido y optimizado	194
4.4.10. Tabla comparativa (flujo total sin optimización – flujo total optimizado – flujo derivado y optimizado)	195
4.4.11. Tabla del flujo peatonal una vez implementado la propuesta de mejora (via de eviatamiento)	196
4.4.12. Aporte, comentario y análisis de la investigación (tabla N°124)	197
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	199
5.1. Discusión.....	199
GLOSARIO	201
CONCLUSIONES	204
RECOMENDACIONES.....	207
REFERENCIAS.....	208



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. 1	Parámetros de diseño vinculado a la clasificación de vías urbanas.....	18
Tabla. 2	Factores que afectan al conductor.....	19
Tabla. 3	Datos básicos de vehículos.....	21
Tabla. 4	Niveles de servicio.....	36
Tabla. 5	La progresión asociados con determinados valores de la relación de pelotón.....	37
Tabla. 6	Factores de ajuste.....	40
Tabla. 7	Niveles de servicio.....	45
Tabla. 8	Cuadro operacional de variables.....	47
Tabla. 9	Intersecciones de vía.....	59
Tabla. 10	ficha para conteo o aforo vehicular.....	60
Tabla. 11	Ficha para el levantamiento de características geométricas y anotaciones.....	61
Tabla. 12	Ficha para anotar características semafóricas y giros.....	61
Tabla. 13	Formato para clasificación vehicular y aforo.....	67
Tabla. 14	Ficha de características geométricas y semafóricas, Intersección N° 01.....	72
Tabla. 15	Variación horaria de volumen vehicular.....	73
Tabla. 16	Volumen vehicular hora pico.....	73
Tabla. 17	Variación horaria de volumen peatonal.....	74
Tabla. 18	Nivel de servicio e incidencia peatonal.....	74
Tabla. 19	Variación diaria del volumen vehicular.....	75
Tabla. 20	Variación diaria del volumen vehicular IMD corregido.....	75
Tabla. 21	índice mensual y anual de accidentes de transito.....	76
Tabla. 22	Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°1.....	80
Tabla. 23	traducción.....	80
Tabla. 24	Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°1.....	81
Tabla. 25	traducción.....	81
Tabla. 26	Ventana de Ajuste de metodología HCM 2016 de la Intersección N°1.....	82
Tabla. 27	Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°2.....	85
Tabla. 28	traducción.....	85
Tabla. 29	Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°2.....	86
Tabla. 30	traducción.....	86
Tabla. 31	Ventana de Ajuste de metodología HCM 2016 de la Intersección N°2.....	87
Tabla. 32	Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°3.....	90
Tabla. 33	traducción.....	90
Tabla. 34	Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°3.....	91
Tabla. 35	traducción.....	91
Tabla. 36	Ventana de Ajuste de metodología HCM 2016 de la Intersección N°3.....	92
Tabla. 37	Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°4.....	95
Tabla. 38	traducción.....	95
Tabla. 39	Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°4.....	96
Tabla. 40	traducción.....	96
Tabla. 41	Ventana de Ajuste de metodología HCM 2016 de la Intersección N°4.....	97
Tabla. 42	Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°5.....	100
Tabla. 43	traducción.....	100
Tabla. 44	Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°5.....	101
Tabla. 45	traducción.....	101
Tabla. 46	Ventana de Ajuste de metodología HCM 2016 de la Intersección N°5.....	102
Tabla. 47	Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°6.....	105
Tabla. 48	traducción.....	105
Tabla. 49	Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°6.....	106
Tabla. 50	traducción.....	106
Tabla. 51	Ventana de Ajuste de metodología HCM 2016 de la Intersección N°6.....	107
Tabla. 52	Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°7.....	110
Tabla. 53	traducción.....	110
Tabla. 54	Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°7.....	111
Tabla. 55	traducción.....	111
Tabla. 56	Ventana de Ajuste de metodología HCM 2016 de la Intersección N°7.....	112
Tabla. 57	Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°8.....	115
Tabla. 58	traducción.....	115
Tabla. 59	Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°8.....	116
Tabla. 60	traducción.....	116



Tabla. 61 Ventana de Ajuste de metodología HCM 2016 de la Intersección N°8	117
Tabla. 62 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°9	120
Tabla. 63 traducción.....	120
Tabla. 64 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°9	121
Tabla. 65 traducción.....	121
Tabla. 66 Ventana de Ajuste de metodología HCM 2016 de la Intersección N°9	122
Tabla. 67 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°10	125
Tabla 68 traducción.....	125
Tabla. 69 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°10	126
Tabla. 70 traducción.....	126
Tabla. 71 Ventana de Ajuste de metodología HCM 2016 de la Intersección N°10	127
Tabla. 72 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°11	130
Tabla. 73 traducción.....	130
Tabla. 74 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°11	131
Tabla. 75 traducción.....	131
Tabla. 76 Ventana de Ajuste de metodología HCM 2016 de la Intersección N°11	132
Tabla. 77 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°12	135
Tabla. 78 traducción.....	135
Tabla. 79 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°12	136
Tabla. 80 traducción.....	136
Tabla. 81 Ventana de Ajuste de metodología HCM 2016 de la Intersección N°12	137
Tabla. 82 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°13	140
Tabla. 83 traducción.....	140
Tabla. 84 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°13	141
Tabla. 85 traducción.....	141
Tabla. 86 Ventana de Ajuste de metodología HCM 2016 de la Intersección N°13	142
Tabla. 87 Resultado del análisis del sistema vial actual . Nivel de servicio y demoras (sin optimizar)	143
Tabla. 88 Resumen de niveles de servicio y demoras para las principales intersecciones optimizadas	146
Tabla. 89 Tabla comparativa.....	146
Tabla. 90 tipo de terreno por orografía	148
Tabla. 91 Ubicación de estación	151
Tabla. 92 tráfico vehicular IMD sin corrección (veh/día).....	153
Tabla. 93 factor de corrección.....	154
Tabla. 94 tráfico vehicular IMD corregido (veh/día).....	155
Tabla. 95 Volumen de tráfico promedio de lunes a domingo (para cálculo de variación horaria).....	158
Tabla. 96 tráfico vehicular derivado a la vía de evitamiento (ambos sentidos)	159
Tabla. 97 proyección de tráfico	160
Tabla. 98 proyección de tráfico generado	160
Tabla. 99 relación de BMS.....	168
Tabla. 100 Coordenadas de poligonal de apoyo de todo el circuito	169
Tabla. 101 Cuadro de coordenadas y elementos de Curvas	172
Tabla. 102 Cuadro de coordenadas y elementos de Curvas Prog. 0+000 a 1+000 km	173
Tabla. 103 Cuadro de coordenadas y elementos de Curvas Prog. 1+000 a 2+000 km	174
Tabla. 104 Cuadro de coordenadas y elementos de Curvas Prog. 2+000 a 3+000 km	174
Tabla. 105 Cuadro de coordenadas y elementos de Curvas Prog. 3+000 a 4+020 km	175
Tabla. 106 velocidades de diseño	175
Tabla. 107 porcentaje de carretera con visibilidad adecuada.....	177
Tabla. 108 Derecho de vía o franja de dominio.....	178
Tabla. 109 Ancho mínimo de calzada	178
Tabla. 110 ancho de bermas	179
Tabla. 111 valores de bombeo de calzada	179
Tabla. 112 valores de radio a partir de los cuales no es necesario peralte.....	180
Tabla. 113 Valores de Peralte máximo	180
Tabla. 114 Valores referenciales para taludes en corte (relación H: V).....	181
Tabla. 115 Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes)	181
Tabla. 116 dimensiones mínimas	182
Tabla. 117 Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras	183
Tabla. 118 Pendientes máximas (%).....	186
Tabla. 119 Parámetros de diseño	187
Tabla. 120 IMD corregido y tráfico vehicular hora pico en vía de Evitamiento	189
Tabla. 121 Resultado del análisis del sistema vial (Vía de Evitamiento). Nivel de servicio y demoras	193
Tabla. 122 IMD corregido y tráfico vehicular hora pico en vía PE-3S.....	194



Tabla. 123 Resultado del análisis del sistema vial carretera PE-3S Av.- Jaquijahuan. Nivel de servicio y demoras, con flujo vehicular reducido y optimizado.....	195
Tabla. 124 Tabla comparativa nivel de servicio vehicular	195
Tabla. 125 nivel de servicio peatonal (antes de la propuesta de mejora)	196
Tabla. 126 nivel de servicio peatonal (después de la propuesta de mejora).....	196

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la Región Cusco	1
Figura 2. Mapa de ubicación de la Provincia de Anta.....	2
Figura. 3 Polígono de influencia del proyecto	2
Figura 4. Limitaciones por espacio del proyecto	5
Figura 5. Clasificación de vías en el Perú y Sudamérica (vías Internacionales y Nacionales).....	15
Figura. 6 Clasificación de vías transversales del Perú	16
Figura. 7 Carretera ruta nacional PE-3S.....	17
Figura. 8 Alturas Asociadas a vehículos livianos.....	20
Figura. 9 Alturas Asociadas a vehículos pesados.....	21
Figura. 10 Representación esquemática de intersecciones a nivel y desnivel.....	22
Figura. 11 Intersección sin canalizar y canalizada	23
Figura. 12 Tipos de isletas	24
Figura. 13 Tipos de intersecciones a nivel	25
Figura. 14 Intersecciones tres ramales	26
Figura. 15 Intersecciones cuatro ramales	26
Figura. 16 Intersección de 4 ramales con elevados flujos vehiculares	27
Figura. 17 Intersección de 4 ramales con bajos flujos vehiculare	27
Figura. 18 Esquema de una intersección giratoria o glorieta	28
Figura. 19 Fase en una intersección semaforizada	28
Figura. 20 Tipos de movimientos en una intersección	29
Figura. 21 Esquema de los Pasos para determinación de EIV.	30
Figura. 22 . Movimiento de tráfico de vehículos y peatones.....	39
Figura. 23 Investigación experimental	48
Figura. 24 Evaluación del sistema de circulación actual	49
Figura. 25 Actividades a desarrollar en la presente investigación	50
Figura. 26 Flujo grama en transición de vía N°1	51
Figura. 27 Flujograma en intersección de vía N°2.....	52
Figura. 28 Flujograma en intersección de vía N°3.....	52
Figura. 29 Flujograma en intersección de vía N°4.....	53
Figura. 30 Flujograma en intersección de vía N°5.....	53
Figura. 31 Flujograma en intersección de vía N°6.....	54
Figura. 32 Flujograma en intersección de vía N°7.....	54
Figura. 33 Flujograma en intersección de vía N°8.....	55
Figura. 34 Flujograma en intersección de vía N°9.....	55
Figura. 35 Flujograma en intersección de vía N°10.....	56
Figura. 36 Flujograma en intersección de vía N°11.....	56
Figura. 37 Flujograma en intersección de vía N°12.....	57
Figura. 38 Flujograma en intersección de vía N°13.....	57
Figura. 39 Gopro Hero8	62
Figura. 40 Cámara de celular	62
Figura. 41 Cinta métrica de 100 metros	63
Figura. 42 Estación total trimble M3	63
Figura. 43 Eclímetro	64
Figura. 44 Captura de pantalla de Software Synchro 11	64
Figura. 45 Captura de pantalla del Software Civil 3D	65
Figura. 46 Captura de pantalla del Software Civil 3D	65
Figura. 47 Flujograma de codificación de movimientos vehiculares	66
Figura. 48 Recolección de datos punto de conflicto Intersección N°2 Av. Jaquijahuana – Jr. Los Angeles	68
Figura. 49 Recolección de datos punto de conflicto Intersección N°6 Av. Jaquijahuana – Jr. Tarapaca.....	68
Figura. 50 Recolección de datos de los movimientos direccionales en las intersecciones semaforizadas en intervalos de tiempo. Interseccion N°8 Av. Jaquijahuana – Jr. 24 de diciembre	69
Figura. 51 Recolección de datos de volumen vehicular y/o aforo en todas las intersecciones.....	69



Figura. 52 medida de ancho de calzada y carril	70
Figura. 53 Medida de pendiente de calzada	71
Figura. 54 Levantamiento topográfico	71
Figura. 55 Volúmenes Vehiculares en las Intersección según el sentido de movimiento	77
Figura. 56 Determinación de Volúmenes Vehiculares por sentido ejemplo: intersección N°13 (synchro y Excel)	77
Figura. 57 Vista en planta de las Intersecciones de las vías	78
Figura. 58 Vista en planta de los movimientos y direcciones de la transición N°1	78
Figura. 59 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°1.....	79
Figura. 60 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°1.....	79
Figura. 61 Simulación de la Intersección N°1.....	82
Figura. 62 Vista en planta de las Intersecciones de las vías	83
Figura. 63 Vista en planta de los movimientos y direcciones de la Intersección N°2.....	83
Figura. 64 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°2.....	84
Figura. 65 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°2.....	84
Figura. 66 Simulación de la Intersección N°2.....	87
Figura. 67 Vista en planta de las Intersecciones de las vías	88
Figura. 68 Vista en planta de los movimientos y direcciones de la Intersección N°3.....	88
Figura. 69 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°3.....	89
Figura. 70 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°3.....	89
Figura. 71 Simulación de la Intersección N°3.....	92
Figura. 72 Vista en planta de las Intersecciones de las vías	93
Figura. 73 Vista en planta de los movimientos y direcciones de la Intersección N°4.....	93
Figura. 74 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°4.....	94
Figura. 75 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°4.....	94
Figura. 76 Simulación de la Intersección N°4.....	97
Figura. 77 Vista en planta de las Intersecciones de las vías	98
Figura. 78 Vista en planta de los movimientos y direcciones de la Intersección N°5.....	98
Figura. 79 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°5.....	99
Figura. 80 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°5.....	99
Figura. 81 Simulación de la Intersección N°5.....	102
Figura. 82 Vista en planta de las Intersecciones de las vías	103
Figura. 83 Vista en planta de los movimientos y direcciones de la Intersección N°6.....	103
Figura. 84 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°6.....	104
Figura. 85 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°6.....	104
Figura. 86 Simulación de la Intersección N°6.....	107
Figura. 87 Vista en planta de las Intersecciones de las vías	108
Figura. 88 Vista en planta de los movimientos y direcciones de la Intersección N°7.....	108
Figura. 89 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°7.....	109
Figura. 90 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°7.....	109
Figura. 91 Simulación de la Intersección N°7.....	112
Figura. 92 Vista en planta de las Intersecciones de las vías	113
Figura. 93 Vista en planta de los movimientos y direcciones de la Intersección N°8.....	113
Figura. 94 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°8.....	114
Figura. 95 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°8.....	114
Figura. 96 Simulación de la Intersección N°8.....	117
Figura. 97 Vista en planta de las Intersecciones de las vías	118
Figura. 98 Vista en planta de los movimientos y direcciones de la Intersección N°9.....	118
Figura. 99 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°9.....	119
Figura. 100 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°9.....	119
Figura. 101 Simulación de la Intersección N°9.....	122
Figura. 102 Vista en planta de las Intersecciones de las vías	123
Figura. 103 Vista en planta de los movimientos y direcciones de la Intersección N°10	123
Figura. 104 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°10.....	124
Figura. 105 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°10.....	124
Figura. 106 Simulación de la Intersección N°10.....	127
Figura. 107 Vista en planta de las Intersecciones de las vías	128
Figura. 108 Vista en planta de los movimientos y direcciones de la Intersección N°11	128
Figura. 109 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°11	129
Figura. 110 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°11	129
Figura. 111 Simulación de la Intersección N°11.....	132
Figura. 112 Vista en planta de las Intersecciones de las vías	133



Figura. 113 Vista en planta de los movimientos y direcciones de la Intersección N°12.....	133
Figura 114. Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°12.....	134
Figura. 115 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°12.....	134
Figura. 116 Simulación de la Intersección N°12.....	137
Figura. 117 Vista en planta de las Intersecciones de las vías.....	138
Figura. 118 Vista en planta de los movimientos y direcciones de la Intersección N°13.....	138
Figura. 119 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°13.....	139
Figura. 120 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°13.....	139
Figura. 121 Simulación de la Intersección N°13.....	142
Figura. 122 Simulación de la Intersección N°13.....	143
Figura. 123 Vista de resultados del análisis del sistema vial optimizado.....	144
Figura. 124 Vista de acciones de optimización en intersección N°5	145
Figura. 125 Vista de acciones de optimización en intersección N°8	145
Figura. 126 Baden dañado Prog. 0+700.....	148
Figura. 127 Inicio de vía evitamiento Prog. 00+000.....	149
Figura. 128 Fin de vía evitamiento Prog. 4+020.....	150
Figura. 129 Vista en planta de carretera PE-3S y vía de evitamiento.....	150
Figura. 130 Vista Isométrica de propuesta de vía de evitamiento.....	151
Figura. 131 Ubicación de la estación de conteo.....	151
Figura. 132 clasificación vehicular IMD.....	156
Figura. 133 porcentaje vehicular.....	156
Figura. 134 variación diaria.....	157
Figura. 135 variación horaria.....	158
Figura. 136 Aforamiento vehicular Prog. 00+000 km.....	161
Figura. 137 Aforamiento vehicular prog. 4+020 km.....	161
Figura. 138 zona de trabajo donde se aprecia la condición de clima.....	162
Figura. 139 inicio de vía de evitamiento Prog. 0+000 km.....	163
Figura. 140 Curva cerrada con radio de curvatura igual 12m. Prog. 1+400 km.....	163
Figura. 141 fin de tramo aperturado, se verifica zona a aperturar. Prog. 1+943 km.....	164
Figura. 142 Área por donde se realizara el trazo de vía evitamiento Prog. 2+100 km.....	164
Figura. 143 Área por donde se realizara el trazo de vía evitamiento Prog. 3+500 km (fin de apertura).....	165
Figura. 144 medida de sección transversal de vía existente aperturada Prog. 3+900 km.....	165
Figura. 145 Final de vía evitamiento propuesta Prog. 4+020 km.....	166
Figura. 146 monumentacion y marcado de BMS (BM5) Prog. 3+050.....	166
Figura. 147 monumentacion y marcado de BMS (BM3) Prog. 2+100.....	167
Figura. 148 Levantamiento topográfico.....	167
Figura. 149 secciones transversales de vía.....	168
Figura. 150 Croquis de poligonal de apoyo de todo el circuito.....	170
Figura. 151 tramo Prog. 00+000 a 1+943 km.....	171
Figura. 152 radio mínimo 12m.....	172
Figura. 153 Tramo prog. 1+943 a 4+020.....	173
Figura. 154 distancia de visibilidad de parada.....	176
Figura. 155 distancia de visibilidad de paso (DA).....	177
Figura. 156 sección típica de cuneta triangular.....	181
Figura. 157 propuesta de diseño geométrico (vía de evitamiento).....	188
Figura. 158 Propuesta de Diseño geométrico para la vía alterna (vía de evitamiento) vista isométrica.....	188
Figura. 159 Vía de Evitamiento con resultados de demoras y nivel de servicio.....	189
Figura. 160 Intersección N°1.....	190
Figura. 161 Intersección N°2.....	190
Figura. 162 Intersección N°3.....	190
Figura. 163 Intersección N°4.....	191
Figura. 164 Intersección N°5.....	191
Figura. 165 Intersección N°6.....	191
Figura. 166 Intersección N°7.....	192
Figura 167 Intersección N°8.....	192
Figura 168 Intersección N°9.....	192
Figura. 169 Intersección N°10.....	193
Figura. 170 Carretera PE-3S con resultados de demoras y nivel de servicio vehicular.....	194



RESUMEN

En el transcurso de los años y el presente, el parque automotor en el departamento del Cusco y la Provincia de Anta, Ciudad de Izcuchaca. Ha crecido de grado exponencial, ocasionando problemas de la congestión vehicular, el cual se da en el corredor vial de la Carretera Nacional PE-3S con las respectivas intersecciones viales de la ciudad de Izcuchaca.

Adicionado a ello, la geometría de la Carretera Nacional PE-3S el cual pasa por la localidad de Izcuchaca de la Provincia de Anta, en las cuales la mayoría de las vías en especial arteriales, han sido diseñadas en los años 80 a 2000, no habiendo prácticamente modificaciones integrales desde esas décadas hasta la fecha presente.

Lo contrario, pasa con la composición y flujo vehicular, el cual notoriamente sufrió grandes cambios por el incremento de la población y de las actividades económicas, el cual se denota más en la Provincia de Anta, Ciudad de Izcuchaca donde se presenta la mayor densidad peatonal y vehicular, existiendo también servicios de mototaxis los cuales tienen considerable participación en la circulación vehicular y peatonal.

Por lo tanto, es necesario realizar un análisis de la circulación vehicular del estado actual incluido a ello el sistema de funcionamiento semafórico, posterior a ello plantear una propuesta de solución en la ciudad de Izcuchaca, siendo la solución a ello la optimización semafórica, eliminación de giros y el planteamiento de una vía alterna el cual trabaje paralelamente a la vía analizada, lográndose así una mejor circulación vehicular y peatonal.



ABSTRACT

Over the years and the present, the automotive park in the department of Cusco and the Province of Anta, City of Izcuchaca. It has grown exponentially, causing vehicular congestion problems, which occurs in the road corridor of the PE-3S National Highway with the respective road intersections in the city of Izcuchaca.

Added to this, the geometry of the National Highway PE-3S which passes through the town of Izcuchaca in the Province of Anta, in which most of the roads, especially arterial roads, have been designed in the 80s to 2000, do not having practically comprehensive modifications from those decades to the present date.

The opposite happens with the composition and vehicular flow, which notoriously suffered great changes due to the increase in population and economic activities, which is more noticeable in the Province of Anta, City of Izcuchaca, where the highest pedestrian density is presented. and vehicular, there are also motorcycle taxi services which have considerable participation in vehicular and pedestrian traffic.

Therefore, it is necessary to carry out an analysis of the vehicular circulation of the current state, including the traffic light operating system, after which, propose a solution proposal in the city of Izcuchaca, the solution being traffic light optimization, elimination of turns and the approach of an alternate road which works parallel to the analyzed road, thus achieving better vehicular and pedestrian circulation.



INTRODUCCIÓN

La congestión vehicular y peatonal es uno de los principales problemas que afectan a una ciudad o urbanización, es por eso que hoy en día la planificación vial y urbanística es de suma importancia para evitar tal efecto.

En el Departamento del Cusco, Provincia de Anta, Ciudad de Izcuchaca se cuenta con niveles muy bajos de planificación y análisis sobre estudios y proyectos viabilidad, especialmente cuando se dan cambios en la infraestructura vial y peatonal tanto en la ciudad de Izcuchaca, centros poblados y aledaños.

En el presente proyecto de investigación, tesis se analizará la circulación vehicular y peatonal posterior a ello se determinara y propondrá solución a la circulación vehicular y peatonal en las principales intersecciones de la ciudad de Izcuchaca, el órgano encargado de evaluar y gestionar la movilidad y tránsito en la ciudad de Izcuchaca es la Municipalidad provincial de Anta.

La presente investigación se desarrolla con el fin establecer respuestas, direcciones y lineamientos que promuevan y encaminen a la solución y planeamiento vial y urbanístico de la provincia de Anta.



CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Identificación del problema

1.1.1. Descripción del problema

La confluencia entre una infraestructura nacional “Carretera Nacional PE-3S” que pasa por el centro de la ciudad de Izcuchaca y el tránsito local peatonal y mototaxis, genera mucha congestión y peligro para los usuarios locales y nacionales.

Es de necesidad modernizar y mejorar las condiciones del tránsito a través de nuevos sistemas semafóricos y optimización de los mismos para que sean adaptables a la demanda del tránsito y desviar un porcentaje de volumen de tráfico a una vía alterna. Ya que el tránsito nacional es variable en horas del día, y el tránsito local muy diferente a este. Estas complicaciones junto a la no existencia de señalización adecuada y semáforos de tiempos fijos ya obsoletos generan demoras innecesarias para los usuarios, tanto para los peatones y vehículos.

Con un sistema moderno y adaptable al tránsito mediante la semaforización inteligente y desvío de un porcentaje de volumen de tráfico a una vía alterna, estas demoras podrán reducirse para lograr así la optimización del sistema.

1.1.1.1. Ubicación geográfica del área de estudio.

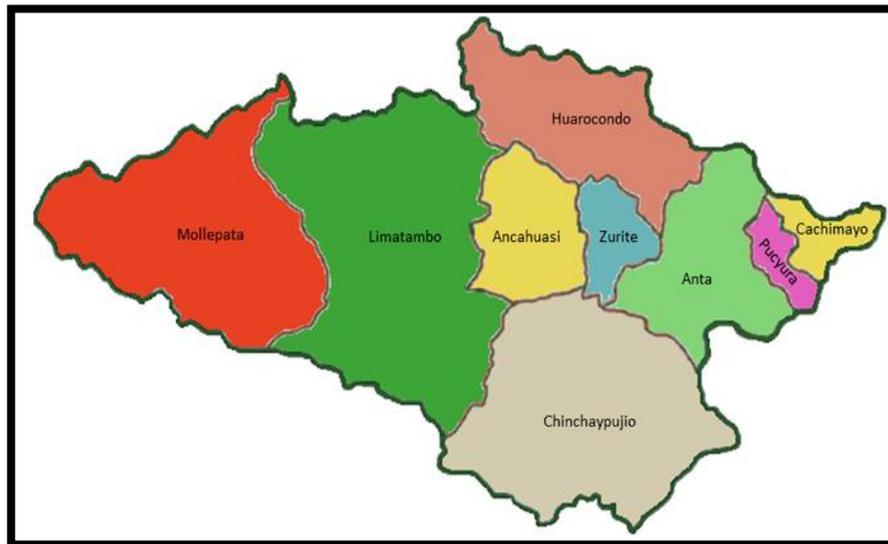
La vía e intersecciones a ser analizadas se ubican en la región de Cusco:

Figura 1. Mapa de ubicación de la Región Cusco



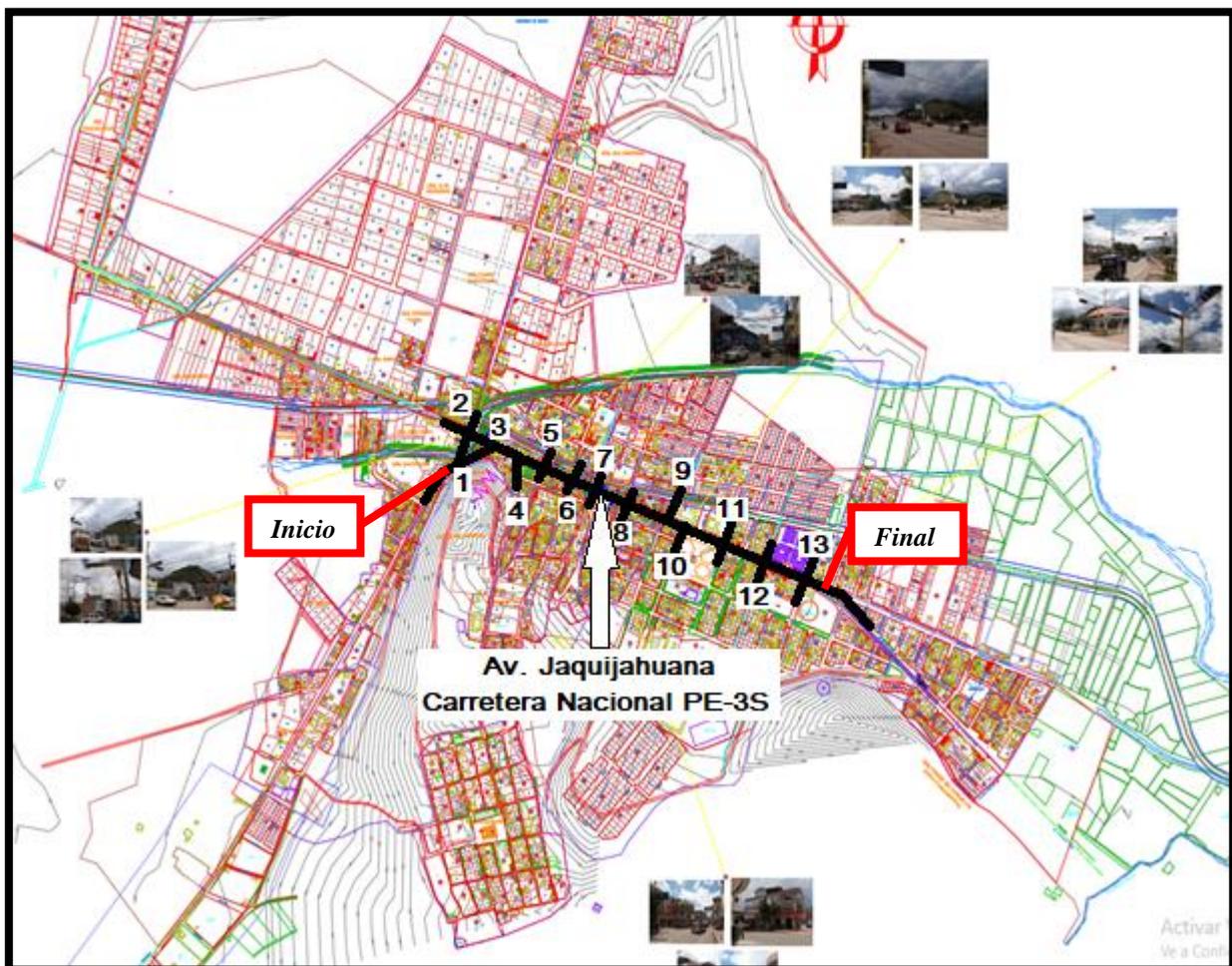
Fuente: Tomado de <http://www.expeditiontravelperu.com/esp/cusco.html>

Figura 2. Mapa de ubicación de la Provincia de Anta



Fuente: Tomado de https://www.familysearch.org/wiki/es/Anta,_Cuzco,_Per%C3%BA_-_Genealog%C3%ADa

Figura. 3 Polígono de influencia del proyecto



Fuente: Plano catastral Anta 2021



La red vial nacional Carretera Nacional PE-3S, y la red vial local se junta en el centro de la ciudad de Izcuchaca, generando una considerable convergencia entre el tráfico Nacional con dirección a Lima – Cusco, Cusco – Lima y el tránsito Local de la ciudad de Izcuchaca. Al no existir vías de evitamiento en esta ciudad se tiene una condición complicada entre los usuarios como peatones, vehículos pesados de alto tonelaje y mototaxis locales, todos estos circulando a través de un sistema de control mediante semáforos ya obsoletos.

1.1.2. Formulación Interrogativa del Problema:

1.1.2.1. Formulación Interrogativa del Problema General

¿Cómo es la circulación vehicular en la carretera nacional PE-3S (Av. Jaquijahuana) en la ciudad de Izcuchaca y de qué manera influye la propuesta de solución mediante el planteamiento de una vía alterna?

1.1.2.2. Formulación Interrogativa Problemas específicos

- Problema específico N°1: ¿Cuál es la incidencia de la geometría vial en la circulación vehicular respecto a las demoras vehiculares en la carretera nacional PE-3S (Av. Jaquijahuana) de la ciudad de Izcuchaca?
- Problema específico N°2: ¿Cuál es la incidencia de la demanda vehicular respecto a las demoras vehiculares en la carretera nacional PE-3S (Av. Jaquijahuana) de la ciudad de Izcuchaca?
- Problema específico N°3: ¿Cuál es la incidencia de la demanda peatonal respecto a las demoras vehiculares en la carretera nacional PE-3S (Av. Jaquijahuana) de la ciudad de Izcuchaca?
- Problema específico N°4: ¿Cuál es la incidencia de la optimización semafórica respecto a las demoras vehiculares actuales en la carretera nacional PE-3S (Av. Jaquijahuana) de la ciudad de Izcuchaca?
- Problema específico N° 5: ¿Cómo se elabora y cuál será la propuesta de solución para mejorar la circulación vehicular en la carretera nacional PE-3S (Av. Jaquijahuana) de la ciudad de Izcuchaca?

1.2. Justificación e Importancia de la Investigación:

1.2.1. Justificación Técnica

Aplicando la metodología que nos ofrece el manual de capacidad vial americano (HCM 2016), junto al Software Synchro 11, los aportes técnicos de esta investigación serán los siguientes:

- Determinación de la capacidad vial y nivel de servicio de la Av. Jaquijahuana



- Estudio y comparación con el nivel de servicio y capacidad vial de la infraestructura vial. Antes y después de la optimización y propuesta de mejora.
- Determinación de propuesta de solución eficiente para lograr una circulación más fluida libre de congestión.
- Determinación de respuestas, direcciones, planteamientos que promuevan y logren soluciones mediante diseños de nuevos proyectos viales.

1.2.2. Justificación Social

El conductor y peatón que se circulan por estas avenidas o calles, no se encuentra completamente beneficiado y satisfecho, ya que necesita reducir los peligros y tiempos de viaje para llegar a su destino en un menor tiempo, reducir el índice de accidentes que se generan en estas vías y disminuir el estrés provocado por la congestión vehicular que se presenta en horas punta y días de mucha confluencia. Es decir que las vías puedan brindarle un mejor servicio de transporte libre de congestionamiento y peligros.

1.2.3. Justificación por Viabilidad

Esta investigación es factible ya que se cuenta con los siguientes recursos y datos:

- Se tiene acceso a la zona de investigación en general.
- La metodología del HCM 2016 y software Synchro 11 están a nuestro alcance para poder realizar los cálculos y modelados correspondientes.
- Se cuenta con los recursos económicos para poder realizar esta presente investigación de forma eficientemente.
- Se cuenta con el apoyo del área de proyectos e infraestructura de la Municipalidad provincia de Anta.

1.2.4. Justificación por Relevancia

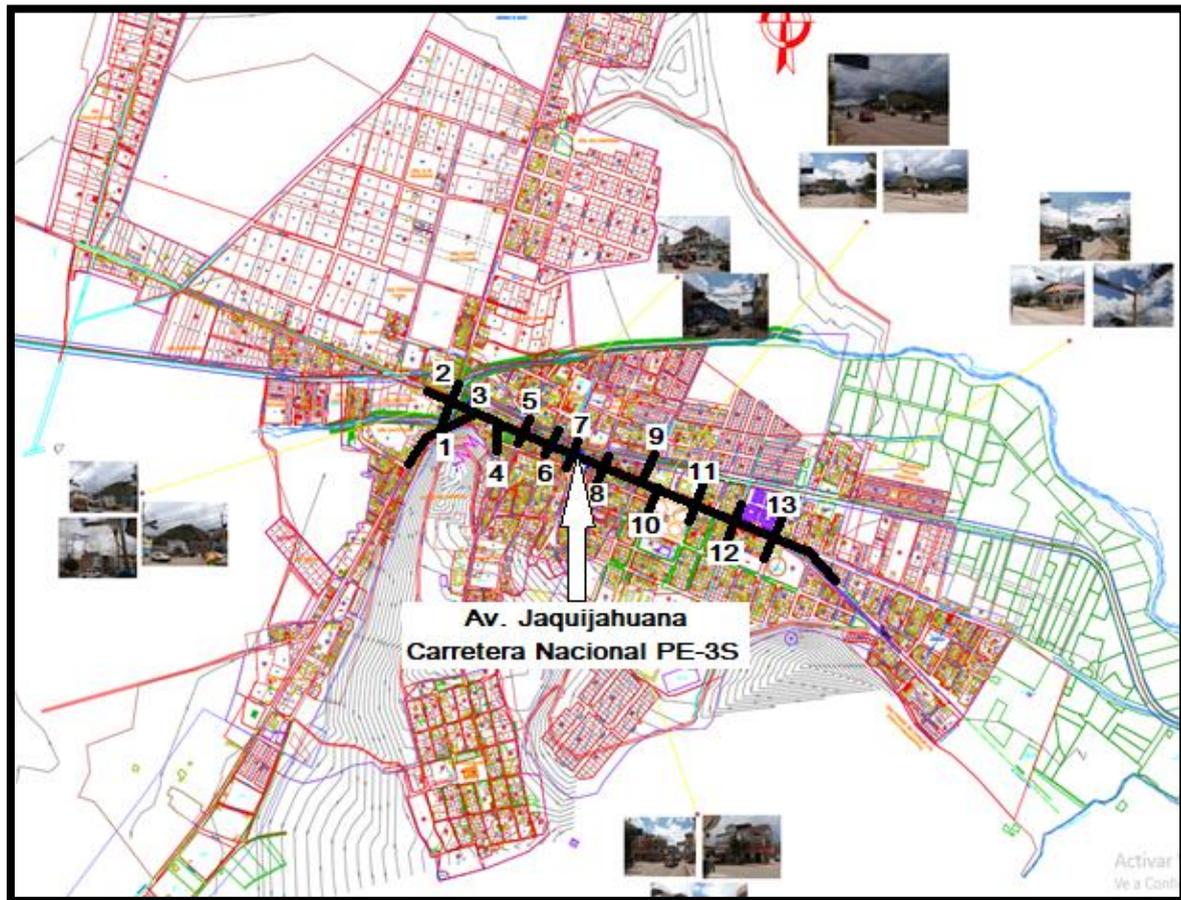
Este tema de investigación es de gran importancia ya que la vía e intersecciones a estudiar son las más transitadas de la ciudad de Izcuchaca, y en la que se presentan problemas de circulación y accidentes. Descrito ello y al conocer el nivel de servicio y la capacidad vial se darán respuestas, direcciones y planes que promuevan y conlleven a la solución y diseño de nuevos proyectos viales.

1.3. Limitaciones de la Investigación

1.3.1. Limitaciones por Espacio

El estudio se realizó en trece intersecciones, ubicadas en el sistema vial de la ciudad de Izcuchaca (Av. Jaquijahuana) en la provincia de Anta y departamento del Cusco.

Figura 4. Limitaciones por espacio del proyecto



Fuente: Plano Catastral Anta 2021

1.3.2. Limitaciones por Tiempo

Viendo la existencia de caos en el tránsito como la congestión vehicular, bajas velocidades de circulación, embotellamientos en las principales intersecciones ubicadas en la ciudad del Izcuchaca, debido al incremento del flujo vehicular a la vez mayor porcentaje de vehículos ligeros o pesados, se debe realizar el análisis de la circulación vehicular junto a ello la capacidad vial y niveles de servicio en cada año, tomando en consideración los grandes porcentajes de incremento y variación de la capacidad vial y niveles de servicio en dichas vías. Para esta presente investigación la toma de datos se realizó en el mes de noviembre del año 2021.

1.3.3. Limitaciones por datos

No se tuvo datos actualizados referentes a volúmenes de tránsito y geometría de vía. Dichos valores o datos se obtuvieron mediante los métodos topográficos y el trabajo en campo realizado, los cuales fueron aforos manuales en campo e inventarios de datos semafóricos y otros relacionados a la recolección de datos o valores.



1.3.4. Limitaciones por Fuente de Base

Para poder realizar el estudio de la Capacidad vial y Niveles de Servicio en nuestro país, a la fecha no se cuenta con una metodología Propia por ello se recurrió a hacer uso de la metodología indicada en el Manual Norteamericano Highway Capacity (HCM 2016) y también se usó el software Synchro 11. Para el modelado y valoración de datos.

1.4. Objetivo de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

Realizar el análisis de la circulación vehicular y peatonal en la Carretera Nacional PE-3S (Av. Jaquijahuana) en la ciudad de Izcuchaca. Para realizar propuesta de solución.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Objetivo específico N°1: Determinar la incidencia de la geometría vial en la circulación vehicular, respecto a las demoras vehiculares en la carretera nacional PE-3S (Av. Jaquijahuana) de la ciudad de Izcuchaca.
- Objetivo específico N°2: Determinar la incidencia de la demanda vehicular en la circulación vehicular, respecto a las demoras vehiculares en la carretera nacional PE-3S (Av. Jaquijahuana) de la ciudad de Izcuchaca.
- Objetivo específico N°3: Determinar la incidencia de la demanda peatonal respecto a las demoras vehiculares en la carretera nacional PE-3S (Av. Jaquijahuana) de la ciudad de Izcuchaca.
- Objetivo específico N°4: Determinar la incidencia de la optimización semaforica respecto a las demoras vehiculares actuales en la carretera nacional PE-3S (Av. Jaquijahuana) de la ciudad de Izcuchaca.
- Objetivo específico N°5: Determinar y elaborar la propuesta de solución para mejorar la circulación vehicular en la carretera nacional PE-3S (Av. Jaquijahuana) de la ciudad de Izcuchaca.



CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Tesis

2.1.1. Antecedentes a Nivel Nacional

Investigación 01: “Evaluación de soluciones para mejorar el nivel de servicio de tres intersecciones de la avenida salaverry, comprendidos entre la avenida cádiz y la avenida canevaro”

Autor : Patty Maritza Garcia Rojas
Carla Jauregui Huaman

Año : Lima 2018

Universidad : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

Resumen : La complejidad de analizar el nivel de servicio que ofrece cualquier intersección en una vía se centra en la consideración de varios factores que afectan a la misma, predominando las características de tipo geométrico, composición del tráfico y sistema de señalización. Por ello, un correcto procedimiento de análisis que permita evaluar la calidad de nivel de servicio dada por la intersección se convertirá en una herramienta esencial para obtener mejores resultados en el desempeño general operativo de la vía. Para medir la eficiencia del comportamiento de las tres intersecciones en estudio en la presente tesis se empleó como herramienta el programa SYNCHRO 8.0, el cual a partir de los datos obtenidos en campo como los aforos vehiculares, ciclo de semaforización y factores de ajuste para el flujo de saturación pudo determinar los tiempos de demora que definieron finalmente los niveles de servicio en cada una de las intersecciones. Cabe mencionar que para corroborar los resultados obtenidos por el programa se realizó una comparación con los cálculos obtenidos de manera manual utilizando la metodología del Highway Capacity Manual 2016 (HCM 2016). Finalmente, para la aplicación de las propuestas de mejora se identificaron las deficiencias en cada una de las intersecciones, lo que llevó a un nuevo cálculo de ciclos semafóricos, colocación y retiro de semáforos y una mejor señalización. Estas medidas permitieron obtener nivel de servicio deseable, trayendo consigo un mejor ordenamiento y ahorro de tiempo para los conductores.

Conclusión : De las tres propuestas de solución planteadas de manera integral para mejorar el nivel de servicio ofrecido por las intersecciones, falta analizar algunos otros factores como los costos, el impacto a corto y largo plazo y facilidad de implementación de la propuesta de solución. Sin embargo, para este proyecto de tesis son factores que no se consideraron significativos ya que las propuestas de solución no abarcaban el diseño de infraestructuras viales como puentes peatonales o intersecciones a desnivel.



Investigación 02: “Evaluación de las características geométricas de la carretera Cajabamba-
ponte (km 52+300 – km 48+050) de acuerdo con el manual de diseño geométrico de carreteras
DG-2018.”

Autor : Jheraldi Wilser Quiroz Marquez

Jane Elizabeth Álvarez Llanos

Año : Cajamarca 2020

Universidad : Universidad Privada del Norte

Resumen : La investigación tuvo como objetivo principal la evaluación de las características geométricas de la carretera Cajabamba – Ponte (km 52+300 – km 48+050) de acuerdo con el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018, la carretera se clasificó por la ley de jerarquización vial perteneciendo a una Carretera Nacional 3N, según su orografía es de tipo III y según su demanda pertenece a una carretera de segunda clase, presenta un ancho de calzada promedio de 7.50 m y 23 m de radio mínimo. Se realizó la evaluación de las características geométricas en planta, perfil y sección transversal con el manual DG-2018, obteniendo los siguientes resultados: en tramos en tangente respecto a L_{min} “S” el 62 % no cumple, respecto a L_{min} “O” el 100% no cumple, en radios mínimos en curvas simples el 72% no cumple, radios mínimos en curvas de vuelta el 100% cumple, en distancia de parada en longitudes de curvas verticales, en curvas cóncavas el 71% cumple, en curvas convexas el 86% cumple, pendientes el 96% cumple, en ancho de bermas el 86% no cumple, en ancho de calzada el 68% cumple, en peraltes el 100% cumple. En la carretera en estudio existen parámetros que no cumplen con lo estipulado en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018, por lo que se recomienda mejorar y complementar con dispositivos de control que generen una mejor seguridad vial.

Conclusión : De la evaluación de tramos en tangente L “S” solo 8 (38%) tramos cumplen de 21 y el L “O” de los 14 tramos no existe tramo que cumpla con el manual. De la evaluación de radios mínimos para curvas simples de 18 curvas tan solo 5 de ellas cumplen con el parámetro de radio mínimo lo que equivale a un 28% De la evaluación de radios mínimos para curvas de volteo de 15 curvas todas cumplen con el parámetro de radio mínimo lo que equivale a un 100%

En la evaluación de pendientes se tiene un total de 27 de las cuales 26 de ellas cumplen con la pendiente mínima y máxima del manual, y tan solo 1 tramo no cumple por pendiente mínima lo que equivale a 4%. En la evaluación de longitudes de curvas verticales de un total de 14 curvas 7 son cóncavas de ellas 5(71%) cumplen y 2 (29%) no cumplen, las 7 curvas restantes son convexas de ellas 6(86%) cumplen y 1 (14%) no cumplen



Investigación 03: “Análisis operacional del corredor vial av. argentina – Av. Collasuyo - av. universitaria - av. de la cultura – calle retiro mediante el uso restrictivo del tránsito por plaqueo para la disminución del tráfico vehicular y la contaminación ambiental”

Autor : Jan Gabriel Elisban Pérez Matheus

Harry Soto Vivanco

Año : Cusco 2021

Universidad : Universidad Andina del Cusco

Resumen : Debido al crecimiento acelerado del parque automotor, los accesos al centro en la ciudad del Cusco han sido sometidos a diversas condiciones, generalmente modificando los dispositivos de control, por lo que se plantea una medida restrictiva para el tránsito en las intersecciones viales del corredor seleccionado con el fin de demostrar como varía el nivel de servicio reduciendo la cantidad de vehículos (demanda vehicular) sobre la infraestructura vial (oferta vial) en hora y día pico, simulando el tránsito en 3 escenarios, al mismo tiempo se obtendrá la variación de los indicadores de contaminación ambiental, estimándose 6 gases emitidos por el tubo de escape de los vehículos que circulen durante la hora y día pico, por el Óvalo Garcilaso. La investigación plantea el análisis de las intersecciones comprendidas en el corredor vial CUCAR (Av. Collasuyo, Av. Universitaria, Av. de la Cultura, Av. Argentina y Calle Retiro), cuyas intersecciones representan una muestra censal, se han simulado tres escenarios diferentes, el primero en condiciones de demanda vehicular sin restricción, el segundo en un escenario con restricción de la demanda vehicular al 20% (prohibiendo 2 dígitos finales de las placas de los vehículos cada día, 2 de dígitos de 10, representa un 20%) y un tercer escenario con restricción vehicular al 50% (prohibiendo 5 dígitos finales de las placas de los vehículos cada día, 5 dígitos pares y 5 dígitos impares, representan un 50%). La investigación se llevó a cabo gracias a la recopilación de data con fichas de aforo, encuestas para recopilar datos singulares de los vehículos, fichas de características geométricas de la vía, y fichas de características semaforicas de la vía, obteniéndose así información pertinente de los vehículos que circulan por las intersecciones del corredor, los movimientos peatonales, fases de los semáforos y geometría de las vías. Para el análisis del nivel de servicio, se utilizó el software de simulación del tránsito utilizado PTV Vissim 2021. Para determinar las emisiones vehiculares por tubo de escape contaminantes, se ha utilizado el método de estimación de Alexander Economopoulos para la obtención de 6 tipos de gases.

Conclusión : Se determinó que el parámetro velocidad directriz usada La congestión del tránsito ha ido en aumento en gran parte del mundo, en muchos países, desarrollados, subdesarrollados o en vías de desarrollo, el aumento del parque de automóviles ejerce una



creciente presión sobre la capacidad de las vías públicas existentes. Debido a los impactos negativos de la congestión, se ha promovido la aplicación de políticas y medidas apropiadas para su control, siendo la restricción vehicular una alternativa para disminuir el tráfico vehicular mediante la prohibición de circulación en determinadas zonas y determinados lapsos de tiempo, generalmente de lunes a viernes, aportando también una reducción de emisiones de gases a la atmósfera dependiendo de las medidas de gestión de tránsito, de esta forma se contrarresta también la polución.

Entre las medidas de gestión de tránsito se encuentra la restricción vehicular, la cual está constituida por la prohibición de la circulación de vehículos mediante criterios específicos, siendo una de las más comunes, la restricción vehicular por número de placa. Esta medida ha sido empleada en distintos países, tales como: Colombia (día sin carro), Chile (Plan Maestro), Costa Rica, Brasil, México (Hoy no Circula), Singapur, Inglaterra, Francia, Corea del Sur, además de darse en horarios establecidos, generalmente en horas punta, de la mañana y tarde.

2.1.2. Antecedentes a Nivel Internacional

Investigación 01: “Diagnostico Estado Vial del Centro Histórico de Tunja Empleando el Manual De Inspección Visual Invias”

Autor : David Antonio Quiroz Castellanos

Año : Colombia 2020

Universidad : Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Resumen : Este documento presenta el diagnóstico del estado actual de la malla vial en el centro histórico de Tunja, el cual fue asignado por la secretaría de infraestructura de la misma ciudad para realizar la practica con proyección empresarial con el fin de optar al título de ingeniero civil de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. El diagnóstico realizado en este trabajo se basó en el manual de inspección visual del INVIAS, siguiendo el procedimiento estipulado en el mismo para la recolección de la información y el análisis y procesamiento de los datos. Conocer el estado actual de las vías en el centro histórico es de gran importancia para la secretaría de infraestructura ya que es una zona con gran flujo de vehículos durante todo el año, lo cual ocasiona un elevado nivel de desgaste, y hace evidente que no se encuentran en un estado óptimo, pero no se tiene la certeza del grado de afectación presentado ni sobre la localización de estos daños, lo cual hace necesario desarrollar un estudio que permita identificar, clasificar y localizar estos daños para así poder formular las intervenciones necesarias para el mantenimiento y conservación de la malla vial en la zona de estudio.



Conclusión : Las vías que presentan mayor porcentaje de afectación son la carrera 11a con un 49% y la calle 17 con un 29%, por lo tanto, se deberían priorizar a la hora de iniciar un nuevo proceso de mantenimiento y restauración de la malla vial. Las intervenciones presentadas en este trabajo se hicieron con base a la información obtenida de la inspección visual, entonces, no se tiene conocimiento de la capacidad real de la estructura ni de su resistencia, por lo tanto, se hace la recomendación de realizar una evaluación técnica del pavimento para tener un mejor soporte al momento de formular las intervenciones que se deben realizar y dar mayor garantía sobre estas. La calle 17 fue intervenida en el año 2016 a través de actividades de parcheo y como se puede observar es una de las vías más afectadas de la zona de estudio en la actualidad, se debe revisar técnicamente este caso para conocer las consecuencias y posibles soluciones al problema que presenta esta vía.

Investigación 02: “Las condiciones de la vía la Libertad - San Jorge, del Cantón Patate, Provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”

Autor : Oscar Roberto Perez Tuza

Año : Ecuador 2018

Universidad : Universidad Técnica de Ambato

Resumen : El trabajo de investigación tiene como tema: Las condiciones de la vía La Libertad – San Jorge, del Cantón Patate, Provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector, el propósito principal es el mejoramiento vial. Se han analizado las condiciones socio-económicas por el trabajo realizado en campo, constatadas por la aplicación de encuestas y su análisis. El proyecto está encaminado al rediseño de la vía de comunicación entre las dos comunidades, se analizó el tipo de suelo realizando el estudio del mismo, se determinó el número de vehículos con el conteo de tráfico (T.P.D.A.), estudio topográfico, diseños geométricos viales con sus respectivas secciones transversales de la calzada con el diseño de cunetas, lo que permitirá un mejoramiento de la vía, aprovechando al máximo la infraestructura existente tratando de afectar el trazado actual de forma mínima, proponiendo la utilización de recursos propios de la vía por el valor de CBR. Se realizó un presupuesto referencial, con los diseños definitivos propuestos y el cálculo de volúmenes de obra. También se presenta el análisis de precios unitarios y un cronograma valorado de trabajo con sus respectivas actividades para su ejecución en forma secuencial, lo que permitirá la realización del proyecto. Finalizado el proyecto investigativo será entregado al Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Patate, como aporte de la Universidad Técnica de Ambato hacia la comunidad, el cual podrá hacer uso del mismo.



Conclusión : La vía se encuentra actualmente con múltiples problemas tanto de circulación vehicular como peatonal, siendo el principal indicador para proponer un rediseño y mejoramiento vial, el que se rige en las normas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOB). La producción agrícola a lo largo de la vía es mayormente de maíz, cebolla y otros productos, el rediseño vial permitirá mejorar el transporte de productos e insumos necesarios, mejorando el comercio y movilización. Según el estudio de tráfico el TPDA calculado es de 239 vehículos para 20 años, la vía se encuentra dentro de la Clase IV ($100 < TPDA$).

Investigación 03: “Propuesta de planificación del mantenimiento de carreteras en países en desarrollo basado en sistemas de gestión de pavimentos: estudio de caso en Baja California, México”

Autor : Marco Antonio Montoya Alcaraz

Año : Mexico 2020

Universidad : Universidad Autonoma de Baja California

Resumen : La Carretera Federal No. 2 Mexicali-Tijuana fue construida por el Gobierno Federal hace más de 55 años, cumpliendo con una misión muy importante en su momento: comunicar de manera rápida y segura, la Ciudad de Mexicali y el resto del país, con la zona costa del Estado de Baja California. El tramo Centinela – La Rumorosa se ubica en los municipios de Mexicali y Tecate. Esta carretera presenta cuerpos separados con diferentes trazados y diferentes condiciones topográficas durante su recorrido, tanto en ascenso como en descenso del km 0+000 al 18+000 se encuentra en zona urbana, misma que cuenta con topografía plana y tramos rectos, del km 18+000 al 42+000 se encuentra en una topografía plana y tramos rectos, mientras que del 42+000 al 64+000 se encuentra en una topografía montañosa y con un sistema de curvas considerable. Por otro lado, el tráfico vehicular que circula por ésta carretera es alto, alrededor de 9,000 vehículos diarios circulan por esta carretera y con un alto porcentaje de vehículos pesados, ya que es parte de la única carretera troncal que conecta la ciudad de Tijuana, pasando por Mexicali al resto de Estados de la República Mexicana. Lo anterior trae consigo impactos económicos positivos y desarrollo regional, que paralelamente y asociado al tránsito diario acumulado, redundan en daños superficiales y estructurales sobre la estructura del pavimento de la autopista. Estos daños se suscitan tanto por la acción de agentes naturales como por efectos de cargas que inciden en las condiciones superficiales y estructurales del pavimento. Sousa y sus colaboradores (1991), señalan distintos factores que favorecen el desgaste o deterioro permanente de los pavimentos entre los que destacan características de los agregados granulares, características del producto



asfáltico, condiciones del área de estudio como la temperatura de la zona a construir y características del tráfico. Debido a lo anterior resulta indispensable realizar planeación estratégica para determinar las acciones de conservación y mantenimiento que brinden mayores beneficios a los tomadores de decisiones y usuarios de la autopista. A pesar de que el tramo se encuentra en constante modernización, con un esfuerzo de planeación importante por parte de su agencia administradora, no ha sido posible que 2 contar con una estrategia preventiva en materia de conservación y mantenimiento. Esto debido a que sus estructuras de pavimentos ya cumplieron con su ciclo de vida útil en muchos de sus tramos, el cual incluso se aceleró debido a los esfuerzos que genera el tránsito pesado. Es por ello, que a partir de 2014 inició un proyecto que consistió en el análisis de las condiciones superficiales y estructurales del pavimento con la finalidad de facilitar la toma de decisiones, lo que derivó en la elaboración de un programa anual de intervenciones y posteriormente en trabajos de conservación en la autopista durante el periodo de 2014-2019. Asimismo, el análisis de los efectos de dichas intervenciones en el mejoramiento de las condiciones del desempeño del tramo y brindar continuidad a los trabajos de conservación y mantenimiento de la autopista posteriores a 2019. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es desarrollar un procedimiento útil que permita la obtención, análisis, procesamiento y actualización de datos de condiciones de pavimentos, con la visión de obtener insumos para el mejoramiento en la implementación de estrategias sustentables de conservación y mantenimiento, basadas en herramientas de sistemas de gestión de pavimentos.

Conclusión : Evaluar las condiciones superficiales y estructurales del pavimento existente son indispensables, para determinar las acciones de conservación y mantenimiento que brinden mayores beneficios a los tomadores de decisiones y usuarios de los caminos. Las condiciones superficiales influyen directamente en el nivel de servicio y seguridad de un tramo carretero debido a que la calidad del rodamiento es el principal factor asociado a la seguridad y comodidad del usuario. Por otro lado, el funcionamiento correcto de los pavimentos depende de las características de resistencia de los materiales de constituyen su estructura, ya que estas definen la magnitud de las deformaciones, provocadas por las condiciones del área de estudio, tales como la temperatura de la zona y características del tráfico. Una vez obtenidas las condiciones actuales de la autopista es posible calcular la vida previsible tanto de la carpeta como de su estructura, con la finalidad de asegurar que todos los trabajos propuestos se lleven a cabo dentro del tiempo necesario. Para el ciclo que contempla el plan de intervenciones no es necesaria la ejecución de trabajos de reconstrucción total del pavimento, por lo que las propuestas de intervención contemplan solamente trabajos a nivel



superficial. Sin embargo, dicho análisis permite identificar las zonas más propensas a falla y que requerirán intervenciones de reconstrucción total del pavimento en futuros planes de intervención. Sin embargo será necesario una revisión en campo para determinar el trabajo de intervención más apropiado para cada zona. Algunas de las intervenciones propuestas no se realizaron con base al plan de intervenciones, particularmente en los primeros 18 kilómetros de la autopista, los cuales son administrados por otro organismo. Por lo que, se recomienda su intervención inmediata, debido a que dicho tramo presenta deficiencias superficiales y estructurales. En cuanto a la seguridad, la principal causa de accidentes en la autopista se atribuye al factor humano, reflejado en volcaduras, salidas del camino por exceso de velocidad, solo por mencionar las más frecuentes. Sin embargo, las mejoras de las características de la infraestructura que influyen en la seguridad de la circulación vial tienen una gran eficacia. De acuerdo con los resultados, a pesar de que el tráfico aumentó de manera exponencial a partir del mejoramiento de las condiciones de la autopista, no lo hizo la cantidad de accidentes anuales. Sin embargo, las intervenciones de conservación y mantenimiento del 66 pavimento atienden los factores relacionados a la rodadura, por lo que es necesaria la revisión del trazado, pendiente o grado de curvatura, así como intervenciones relacionadas con la mejora del diseño geométrico y la regulación a través de dispositivos de señalamiento vial y de seguridad. De manera general, los resultados del análisis de serviciabilidad demuestran que las intervenciones realizadas en la autopista mejoraron el confort y seguridad de sus usuarios, de acuerdo al PSI. Adicionalmente, algunos tramos ya mantenían niveles de servicio favorables por lo que las intervenciones ayudaron a conservar estas condiciones. Se concluye que el modelo de planeación propuesto contribuye en la mejora del desempeño de la autopista, ya que permite planificar y administrar la asignación de recursos en la toma de decisiones oportunas sobre conservación y mantenimiento. Por otro lado, permite generar valiosos insumos para la implementación de un PMS. Lo anterior, permite a las agencias administradoras de caminos de países en desarrollo, brindar un sistema de transporte de calidad a sus usuarios.



2.2. Aspectos Teóricos

2.2.1. Infraestructura vial

Según Cal y Mayor & Cárdenas (2018) la infraestructura es definida como todo el conjunto de elementos que permite el desplazamiento principalmente de vehículos en forma confortable, segura y eficiente desde un punto a otro en un sistema vial.(pág. 34)

2.2.2. Clasificación de Vías

Según Loaiza Chávez (2005), la clasificación de vías es de la siguiente manera:

- Funcionamiento de la red vial
- Tipo de tráfico que soporta
- Uso del suelo colindante (acceso a los lotes urbanizados y desarrollo de

2.2.2.1. Clasificación de las vías en el Perú y Sudamérica

Según La clasificación de vías en el Perú, en la Región y en las Municipalidades y según el clasificador de rutas (D.S.N°011-2016-MTC) y el SINAC (sistema nacional de carreteras) la red vial nacional clasifica en las siguientes vías:

- Red vial internacional (se tiene 03 vías)
- Red vial nacional (formado por 03 ejes longitudinales)
- Red vial transversal (formado por 20 ejes transversales)

Figura 5. Clasificación de vías en el Perú y Sudamérica (vías Internacionales y Nacionales)

Red vial internacional (no oficial) [editar]

- **PAN** Carretera Panamericana
- **INO** Carretera Interoceánica
- **CMS** Carretera Marginal de la Selva

Red vial nacional [editar]

Red vial nacional: Son las carreteras de interés nacional formados por tres ejes longitudinales principales,² denominadas con números impares:

- PE-1: Longitudinal de la Costa, la parte peruana de la Carretera Panamericana, dividida en:
 - **PE-1N**: Carretera Panamericana Norte
 - PE-1S: Carretera Panamericana Sur
- Longitudinal de la Sierra, dividida en:
 - **PE-3N**: Longitudinal de la Sierra Norte
 - **PE-3S**: Longitudinal de la Sierra Sur
- PE-5: Longitudinal de la Selva, la parte peruana de la Carretera Marginal de la Selva, dividida en:
 - **PE-5N**: Longitudinal de la Selva Norte
 - PE-5S: Longitudinal de la Selva Sur

Fuente: SINAG (sistema nacional de carreteras)



Figura. 6 Clasificación de vías transversales del Perú

• PE-02: Carretera a Paita	• PE-14B (variante):	• PE-22B:	• PE-32A:
• PE-02A:	• PE-14C Carretera	• PE-24: Carretera a	• PE-34:
• PE-02B:	longitudinal de Conchucos	Lunahuana	• PE-34A:
• PE-04: Carretera a Bayóvar	• PE-16: Carretera a Huaraz	• PE-24A:	• PE-34B:
• PE-04A:	• PE-18: Carretera Huacho -	• PE-26: Carretera a	• PE-34C (variante):
• PE-04B:	Oyón - Pucallpa	Izcuchaca	• PE-34D (ramal):
• PE-04C:	• PE-18A:	• PE-26A (ramal):	• PE-34E (ramal):
• PE-06: Carretera a Pimentel	• PE-18B:	• PE-26B:	• PE-34F (ramal):
• PE-06A: Carretera a Chota	• PE-18C:	• PE-28: Desvío a Paracas	• PE-34G (ramal):
• PE-06B (ramal):	• PE-20: Carretera Lima -	• PE-28A: Carretera	• PE-34H (ramal):
• PE-08: Carretera a	Ventanilla - Vía Callao a	Libertadores	• PE-34I (ramal):
Cajamarca	Canta	• PE-28B (variante):	• PE-34J (ramal):
• PE-08A (ramal):	• PE-20A: Carretera Lima -	• PE-28C (ramal):	• PE-36: Carretera a Ilo
• PE-08B (ramal):	Canta - Pasco	• PE-28D (ramal):	• PE-36A:
• PE-08C (ramal):	• PE-20B: Carretera Callao -	• PE-28E (ramal):	• PE-36B:
• PE-10: Carretera a Salaverry	Lima - Vía Lima al	• PE-28F (ramal):	• PE-36C (ramal):
• PE-10A:	Aeropuerto	• PE-28G (ramal):	• PE-38:
• PE-10B:	• PE-20I: Vía Callao - Costa	• PE-30: Carretera a Marcona	• PE-38A:
• PE-10C (ramal):	Verde	• PE-30A:	• PE-40:
• PE-14: Carretera Casma-	• PE-22: Carretera Central	• PE-30B:	• PE-40A (ramal):
Huaraz	• PE-22A: Autopista Ramiro	• PE-30C:	

Fuente: SINAG (sistema nacional de carreteras)

2.2.2.2. Carretera Ruta nacional PE-3S.

El SINAC (sistema nacional de carreteras) clasifica a la carretera PE-3S con la denominación de Ruta nacional tramo sur de la *carretera longitudinal de la sierra sur del Perú*. Teniendo una longitud de 1,516.0 km el cual se encuentra a cargo por la entidad de PROVIAS NACIONAL y concesionada en la longitud de Nazca a Cusco por el Consorcio de desarrollo Vial SUR VIAL S.A. dicho consorcio se encarga del mantenimiento y operación integral del tramo Nazca - Urcos, así este tramo pase por una zona urbana, las Municipalidades y Gobiernos Regionales no son entes competentes en la intervención de esta vía en ningún caso. Tal cual estipula el *Reglamento de jerarquización vial del MTC mediante RM N°404-2028-MTC/02* a menos que exista convenio o tratado.

La carretera nacional PE-3S cuando pasa por un poblado o ámbito urbano este mantiene su denominación de carretera longitudinal de la sierra sur, conservando así su denominación y normativa correspondiente, concepto que se sustenta según el *Reglamento de jerarquización vial del MTC mediante RM N°404-2028-MTC/02*.

Figura. 7 Carretera ruta nacional PE-3S

Ruta nacional PE-3s	
Sur del Perú, Perú	
Datos de la ruta	
Identificador	PE-3S (MTC)
Tipo	Carretera
Longitud	1.516,0 km
Administración	
Administración	 Gobierno del Perú Ministerio de Transportes y Comunicaciones
Concesionaria	Consortio de Desarrollo Vial ¹ Survial S.A. Concesionaria Vial del Sur S.A.
Otros datos	
Departamentos que atraviesa	Junin, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Cusco y Puno
Lugares	
Siguietes rutas	
PE-3N	← →

Fuente: SINAG (sistema nacional de carreteras)

2.2.2.3. Vías arteriales.

Permiten el tránsito vehicular, con media o alta fluidez, baja accesibilidad y relativa integración con el uso del suelo colindante. Estas vías deben ser integradas dentro del sistema de vías expresas y permitir una buena distribución y repartición del tráfico a las vías colectoras y locales. El estacionamiento y descarga de mercancías está prohibido.

2.2.2.4. Vías colectoras.

Sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales y en algunos casos a las vías expresas cuando no es posible hacerlo por intermedio de las vías arteriales. Dan servicio tanto al tránsito de paso, como hacia las propiedades adyacentes.

2.2.2.5. Vías locales.

Proveen acceso a los predios o lotes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio, generado tanto de ingreso como de salida.

Tipos de vehículos: Por ellas transitan vehículos livianos, ocasionalmente semipesados; se permite estacionamiento vehicular y existe tránsito peatonal irrestricto. Las vías locales se conectan entre ellas y con las vías colectoras. (Loaiza Chavez, 2005)



2.2.2.6. Vías de diseño especial.

Aquellas cuyas características son diferentes, sin carácter restrictivo:

- Vías peatonales de acceso a frentes de lote de terreno
- Pasajes peatonales
- Malecones
- Paseos
- Vías que forman parte de parques, plazas o plazuelas
- Vías en túnel que no se adecuan a la clasificación principal

En el siguiente Cuadro se presenta resumidamente las categorías principales y los parámetros de diseño antes mencionados. (Loaiza Chavez, 2005)

Tabla. 1 Parámetros de diseño vinculado a la clasificación de vías urbanas

ATRIBUTOS Y RESTRICCIONES	VÍAS EXPRESAS	VÍAS ARTERIALES	VÍAS COLECTORAS	VÍAS LOCALES
Velocidad de Diseño	Entre 80 y 100 km/hr. Se registrá por lo establecido en los artículos 160a 168 del RNT vigente.	Entre 50 y 80 km/hr. Se registrá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 40 y 60 km/hr. Se registrá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 30 y 40 km/hr. Se registrá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.
Características del flujo	Flujo ininterrumpido. Presencia mayoritaria de vehículos livianos. Cuando es permitido, también por vehículos pesados. No se permite la circulación de vehículos menores, bicicletas, ni circulación de peatones.	Debe minimizarse las interrupciones del tráfico. Los semáforos cercanos deberán sincronizarse para minimizar interferencias. Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos correspondiendo el flujo mayoritario a vehículos livianos. Las bicicletas están permitidas en ciclovías	Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos y el flujo es interrumpido frecuentemente por intersecciones a nivel. En áreas comerciales e industriales se presentan porcentajes elevados de camiones. Se permite el tránsito de bicicletas recomendándose la implementación de ciclovías	Está permitido el uso por vehículos livianos y el tránsito peatonal es irrestricto. El flujo de vehículos semipesados es eventual. Se permite el tránsito de bicicletas
Control de Accesos y Relación con otras vías	Control total de los accesos. Los cruces peatonales y vehiculares se realizan a desnivel o con intercambios espacialmente diseñados. Se conectan solo con otras vías expresas, se puede prever algunas conexiones con vías colectoras, especialmente en el Área Central de la ciudad, a través de vías auxiliares	Los cruces peatonales y vehiculares deben realizarse en pasos a desnivel o en intersecciones o cruces semaforizados. Se conectan a vías expresas, a otras vías arteriales y a vías colectoras. Eventual uso de pasos a desnivel y/o colectoras deben ser necesariamente semaforizadas y considerarán carriles adicionales para volteo.	Incluyen intersecciones semaforizadas en cruces con vías arteriales y solo señalizadas en los cruces con otras vías colectoras o vías locales. Reciben soluciones especiales para los cruces donde existían volúmenes de vehpiculos y/o peatones	Se conectan a nivel entre ellas y con las vías colectoras
Número de carriles	Bidireccionales: 3 o más carriles/sentido	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles Bidireccionales: 2 ó 3 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles Bidireccionales: 1 ó 2 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 carriles Bidireccionales: 1 carriles/sentido
Servicio a propiedades adyacentes	Vías auxiliares laterales	Deberán contar preferentemente con vías de Servicio Laterales.	Prestan Servicio a las propiedades adyacentes	Prestan servicio a las propiedades adyacentes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio generado.
Servicio de Transporte Público	En caso se permita debe desarrollarse por buses, preferentemente en "Carriles Exclucivos" o "Carriles Solo Bus" con paraderos diseñados al exterior de la vía.	El transporte público autorizados deber desarrollarse por buses, preferentemente en "Carriles Exclucivos" o "Carriles Solo Bus con paraderos diseñados al exterior de la vía o en bahía"	El transporte público, cuando es autorizado, se da generalmente en carriles mixtos, debiendo establecerse paraderos especiales y/o carriles adicionales para volteo	No permitido
Estacionamiento, carga y descarga de mercaderías	No permitido salvo en emergencias	No permitido salvo en emergencias o en las vías de servicio laterales diseñadas para tal fin. Se registrá por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.	El estacionamiento de vehiculos se realiza en estas vías en áreas adyacentes, especialemnte destinados para este objeto. Se registrá por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.	El estacionamiento está permitido y se registrá por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.

Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas



2.2.3. Usuarios de la Vía

Para Bañon & Beivá (2000) se define usuarios de la vía como aquellos usuarios finales para los cuales se pretende diseñar las vías de acuerdo a sus necesidades.

2.2.3.1. El conductor.

Técnicamente, podría definirse como aquel sujeto que maneja el mecanismo de dirección o va al mando de un vehículo. Empleando términos más gráficos, podría decirse que el conductor es el cerebro del vehículo.

Es necesario realizar una síntesis de estos factores, estableciendo una clasificación que figura en la siguiente tabla:

Tabla. 2 Factores que afectan al conductor

FACTORES QUE AFECTAN AL CONDUCTOR		
FACTORES INTERNOS	PSICOLÓGICOS	Motivación
		Experiencia
		Personalidad
		Estado de ánimo
	FÍSICOS	Vista
		Adaptación lumínica
		Altura del ojo
		Otros sentidos
	PSICOSOMÁTICOS	Cansancio
		Sexo
Edad		
FACTORES EXTERNOS	Tiempo (metereológico)	
	Uso del suelo	
	Tráfico	
	Características de la vía	
	Estado del firme	

Fuente: (Bañon Blázquez Luis & Beivá Garcia José F., 2000) (pág. 40)

2.2.3.2. El Vehículo.

Para Bañon & Beivá (2000) el vehículo es el nexo entre el conductor que lo maneja y la vía que lo contiene, por lo que el estudio de sus características y comportamiento es fundamental. Los vehículos que se fabrican en la actualidad están destinados a muy distintos usos, por lo que sus características varían dentro de una amplia gama de formas, tamaños y pesos. (pág. 46)

2.2.3.2.1. Tipos de vehículos.

Según el MTC (2018) los vehículos se clasifican en Vehículos Ligeros y Pesados.



2.2.3.2.1.1. Vehículos ligeros.

- L: (Vehículos menores a cuatro ruedas)
- M1: (vehículos de cuatro ruedas hechos para el transporte de pasajeros, con ocho asientos o menos, sin contar el asiento del conductor)

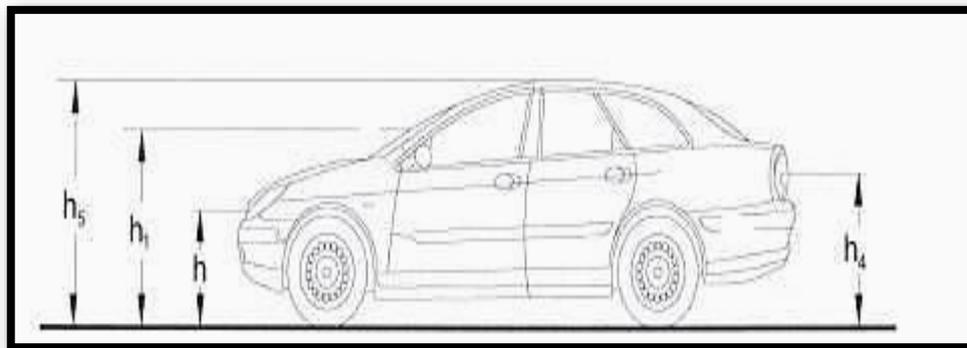
Características

- Ancho: 2,10 m.
- Largo: 5,80 m.

Para determinar el cálculo de distancias de visibilidad de parada y de adelantamiento, se necesita calcular las alturas, asociadas a los vehículos ligeros, que cubran las situaciones más favorables les en cuanto a visibilidad.

- h : altura de los faros delanteros: 0,60 m.
- h_1 : altura de los ojos del conductor: 1,07 m.
- h_2 : altura de un obstáculo fijo en la carretera: 0,15 m.
- h_4 : altura de las luces traseras de un automóvil 0 menor altura perceptible de carrocería: 0,45 m.
- h_s : altura del techo de un automóvil: 1,30 m

Figura. 8 Alturas Asociadas a vehículos livianos



Fuente: (Manual de Carreteras Diseño geométrico DG 2018)

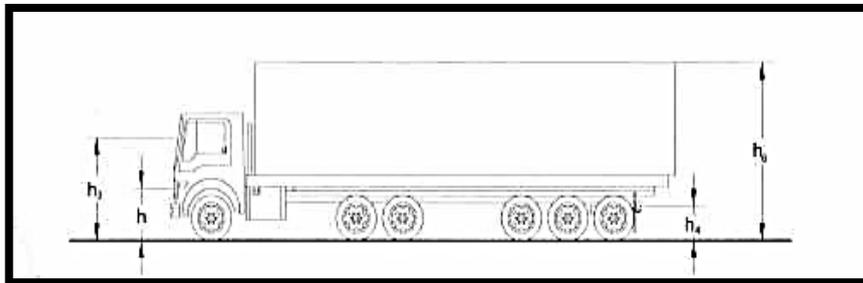
2.2.3.2.1.2. Vehículos pesados.

- M: vehículos de cuatro ruedas diseñados para el transporte de pasajeros, (excepto el M1)
- N: vehículos de cuatro ruedas o más, diseñados y construidos para el transporte de mercancías
- O: remolques y semirremolques
- S: combinaciones especiales de los M, N V 0

Para determinar de distancias de visibilidad de parada y de adelantamiento, se tiene que definir las alturas, establecidas en los vehículos ligeros, que cubran las situaciones más favorables en cuanto a visibilidad.

- h : altura de los faros delanteros: 0,60 m.
- h_3 : altura de ojos de un conductor de camión o bus, necesaria para la verificación de visibilidad en curvas verticales cóncavas bajo estructuras: 2,50 m.
- h_4 : altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería: 0,45 m.
- h_6 : altura del techo del vehículo pesado: 4,10 m

Figura. 9 Alturas Asociadas a vehículos pesados



Fuente: (Manual de Carreteras Diseño geométrico DG 2018)

Mediante la siguiente tabla se detallan datos básicos de los vehículos

Tabla. 3 Datos básicos de vehículos

Tipo de Vehículo	Alto total	Ancho total	Vuelo lateral	Ancho ejes	Largo total	Vuelo delantero	Separación ejes	Vuelo trasero	Radio mín. rueda exterior
Vehículo Ligero (VL)	1.30	2.10	0.15	1.80	5.80	0.90	3.40	1.50	7.30
Ómnibus de dos ejes (B2)	4.10	2.60	0.00	2.60	13.20	2.30	8.25	2.65	12.80
Ómnibus de tres ejes (B3-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	14.00	2.40	7.55	4.05	13.70
Ómnibus de cuatro ejes (B4-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	15.00	3.20	7.75	4.05	13.70
Ómnibus Articulado ejes (BA-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	18.30	2.60	6.70/1.90/4.00	3.10	12.80
Semiremolque simple (T2S1)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	6.00/12.50	0.80	13.70
Remolque simple (C2R1)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	10.30/0.80/2.15/7.75	0.80	12.80
Semiremolque doble (T3S2S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.40/6.80/1.40/6.80	1.40	13.70
Semiremolque remolque (T3S2S1S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.45/6.80/2.15/5.70	1.40	13.70
Semiremolque simple (T3S3)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	5.40/11.90	2.00	1.00

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018) (pág. 27)



2.2.3.3. *El peatón y su intervención con la vía.*

Según Bañón Blázquez, Luis & Beivá García, José F. (2000) se define que en zonas urbanas, la mayoría de las calles son utilizadas conjuntamente por peatones y vehículos. Fuera de ellas, el tráfico de peatones disminuye considerablemente, aun estando permitido en todas las vías a excepción de las autopistas. El comportamiento de este colectivo cabe aún más impredecible que el de los vehículos ya que, salvo que perciba situaciones de evidente peligro, el peatón. (pág. 35)

2.2.4. **Intersecciones Viales**

Las intersecciones son áreas comunes a dos o más vías que se cruzan al mismo nivel y en las que se incluyen las calzadas que pueden utilizar los vehículos para el desarrollo de todos los movimientos posibles. (Loaiza Chavez, 2005)

2.2.4.1. *Tipos de Intersecciones Viales.*

Se tiene 2 tipos los cuales son: Intersección a nivel e Intersección a desnivel. (Loaiza Chavez, 2005)

Figura. 10 Representación esquemática de intersecciones a nivel y desnivel



*Fuente: Tomado de
<https://gallery.autodesk.com/infraworks360/projects/137476/interseccion---pase-a-desnivel>*

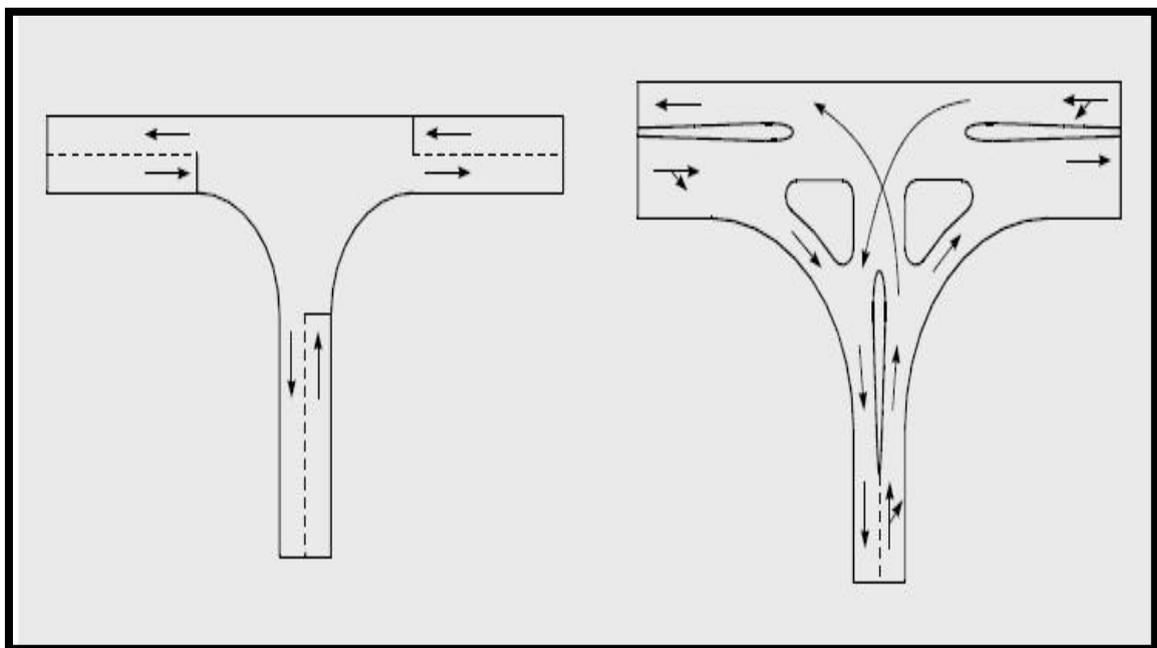
2.2.4.1.1. Intersecciones a Nivel.

Solución de diseño geométrico a nivel, para posibilitar el cruce de dos o más vías o con vías férreas, que contienen áreas compartidas que incluyen las calzadas, con la finalidad de que los vehículos puedan realizar todos los movimientos necesarios de cambios de trayectoria. (MTC; Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

2.2.4.1.1.1. Criterios de diseño.

Para ello se debe tener en cuenta (ensanches, islas o isletas, carriles auxiliares, etc.), con el criterio de evitar maniobras difíciles o peligrosas y recorridos innecesarios. (MTC; Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

Figura. 11 Intersección sin canalizar y canalizada



Fuente: (Bañon Vázquez Luis & Beiva García José F)

A. Demanda y modelación

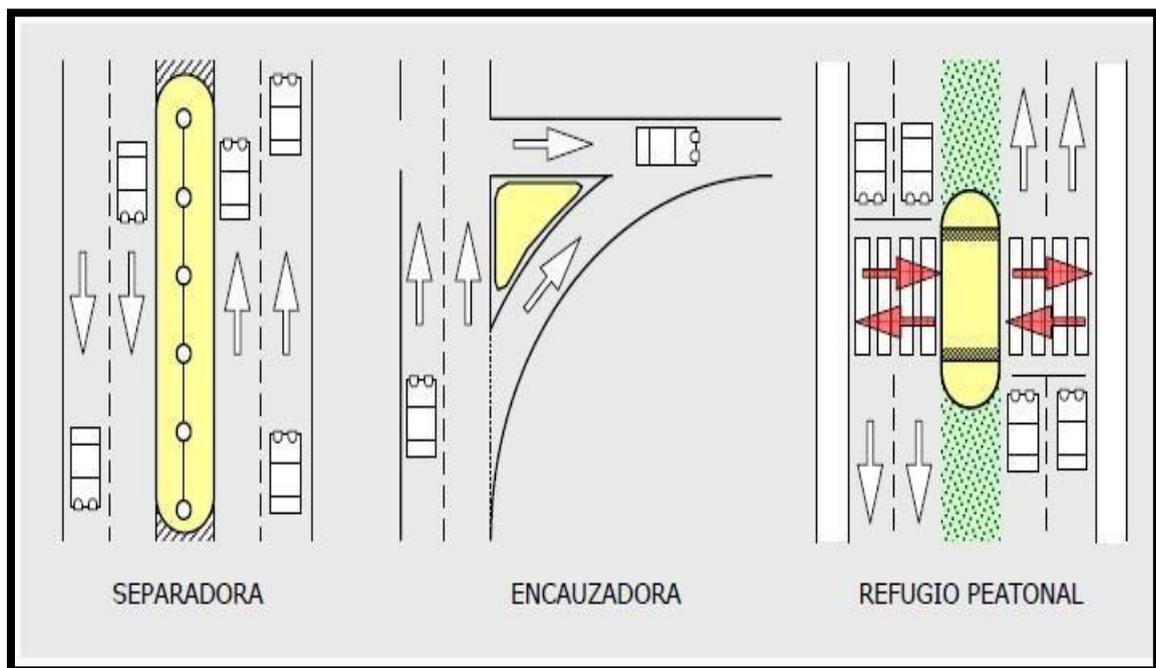
La demanda es la variable de tránsito más gravitante en el diseño de una intersección, puesto que la capacidad resultante de dicho diseño deberá satisfacerla. Esto implica el dimensionamiento en términos geométricos y estructurales de sus unidades constitutivas, la operación de semáforos si tal elemento de control existe, y su coordinación. (MTC; Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

B. Elección del tipo de control

Para la elección de este tipo de control se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Tránsito en la vía principal
- Tránsito en la vía secundaria.
- Tiempos de llegada y salida de los vehículos en ambos carriles (intervalo crítico). (MTC; Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)
- Elementos canalizadores como Isletas los cuales se muestran a continuación

Figura. 12 Tipos de isletas



Fuente: (Bañon Vázquez Luis & Beiva García José F.)

C. Semáforos

Elementos reguladores del tráfico normalmente ubicados en zonas urbanas, aunque su uso puede llegar a hacerse necesario en carreteras, especialmente intersecciones próximas núcleos de población. Cuya estructura presentan luces: roja, ámbar y verde los cuales se encienden sucesiva y ordenadamente. (Bañon Blázquez & Beivá Garcia, 2000)

D. Intersecciones de acuerdo a su composición:

Las intersección según su composición se clasifican: tres ramales, cuatro ramales y especiales los cuales se expresan mediante la siguiente figura:

Figura. 13 Tipos de intersecciones a nivel

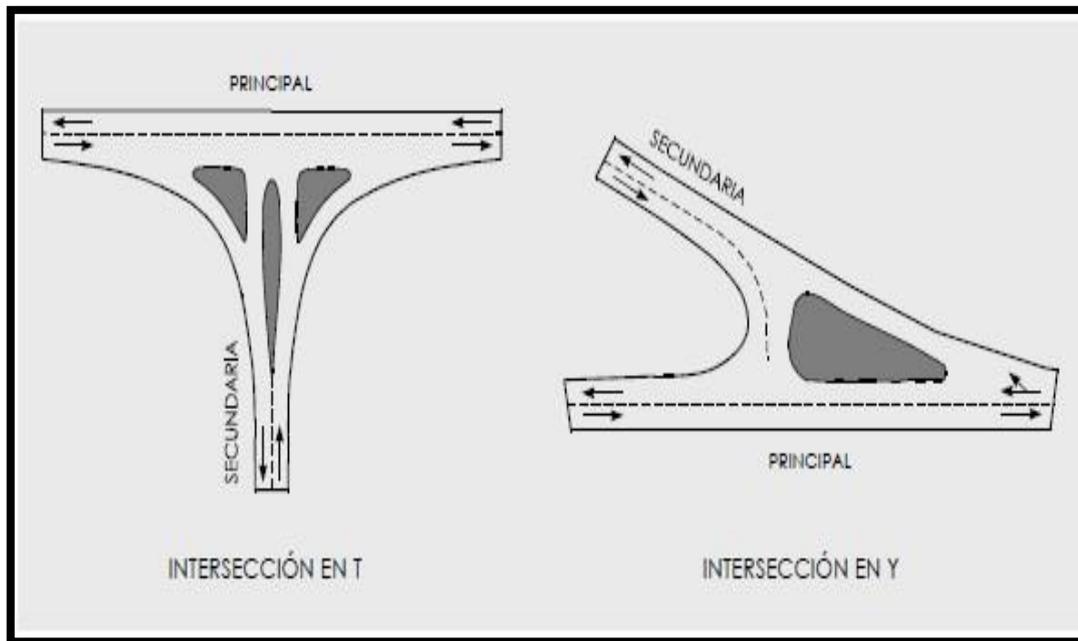
DE TRES RAMALES	EMPALME EN T	SIMPLE 	ENSANCHADA 	CANALIZADAS 	
	EMPALME EN Y	SIMPLE 	CANALIZADAS 		
DE CUATRO RAMALES	INTERSECCION EN +	SIMPLE 	ENSANCHADA 	CANALIZADA 	
	INTERSECCION EN X	SIMPLE 	ENSANCHADA 	CANALIZADA 	
ESPECIALES	EN ESTRELLA 			ROTONDA 	
	VEASE FIGURA 501.01				

Fuente: (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2018)



I. Intersecciones de 3 ramales

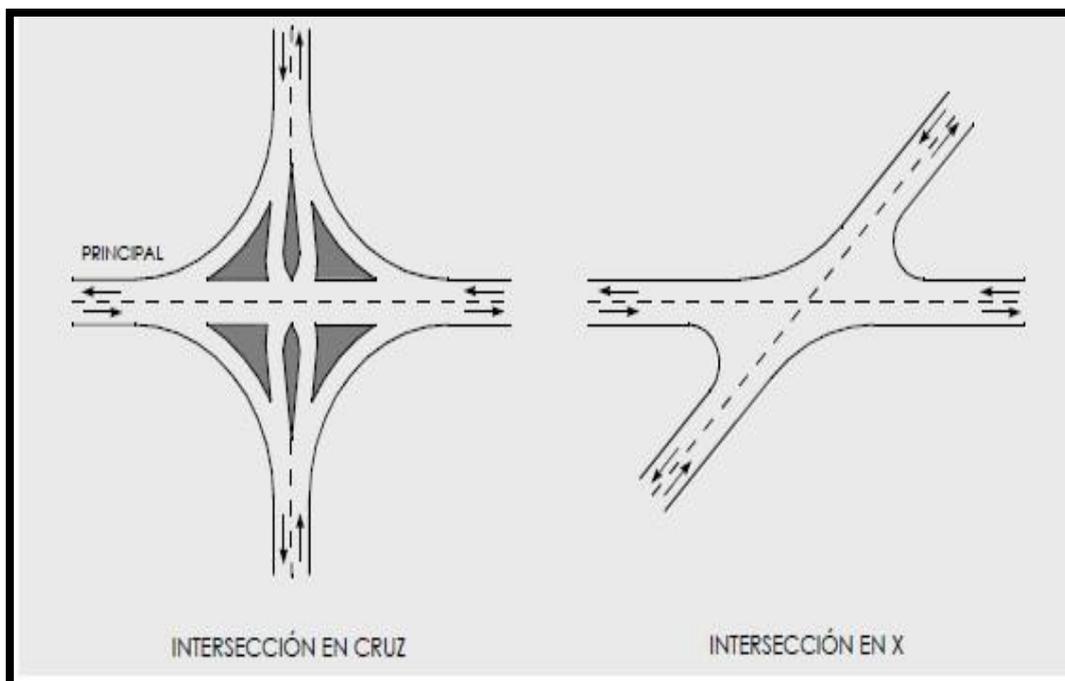
Figura. 14 Intersecciones tres ramales



Fuente: (Banon Vázquez Luis & Beiva García José F)

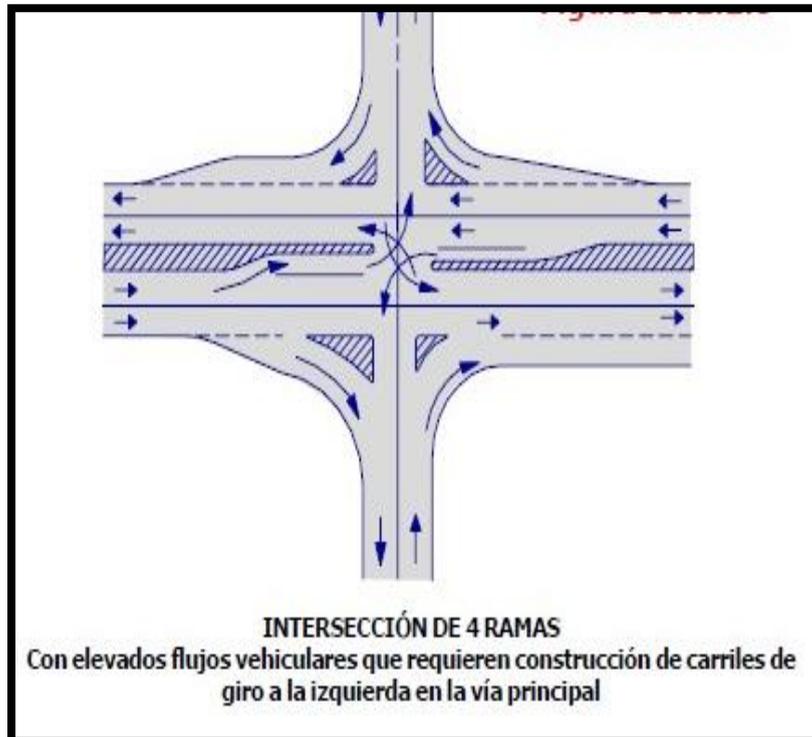
II. Intersecciones de 4 ramales

Figura. 15 Intersecciones cuatro ramales



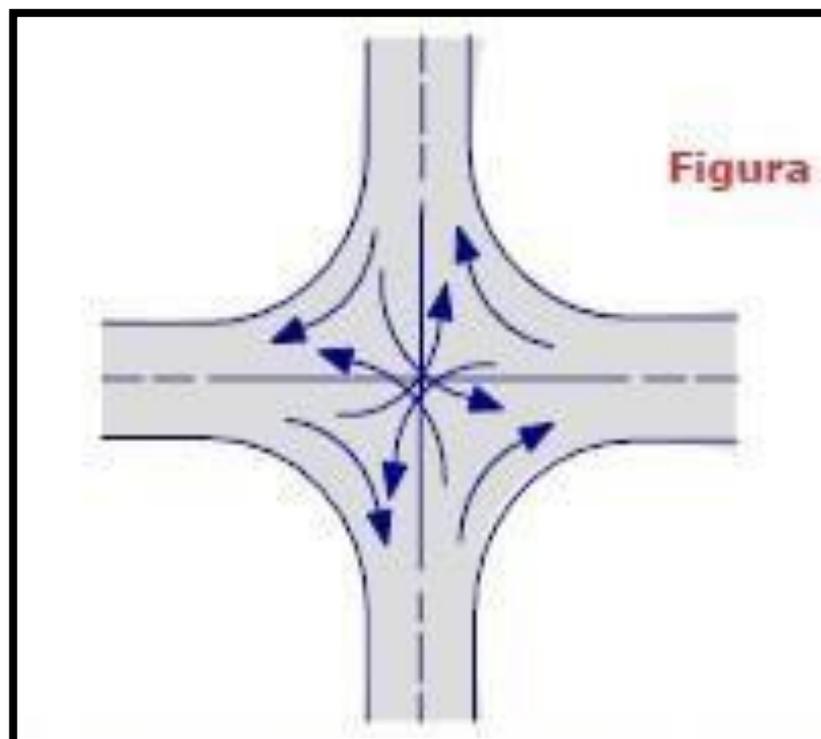
Fuente: (Banon Vázquez Luis & Beivá García José F)

Figura. 16 Intersección de 4 ramales con elevados flujos vehiculares



Fuente: (Ing. Victor Chavez Loaiza)

Figura. 17 Intersección de 4 ramales con bajos flujos vehiculare

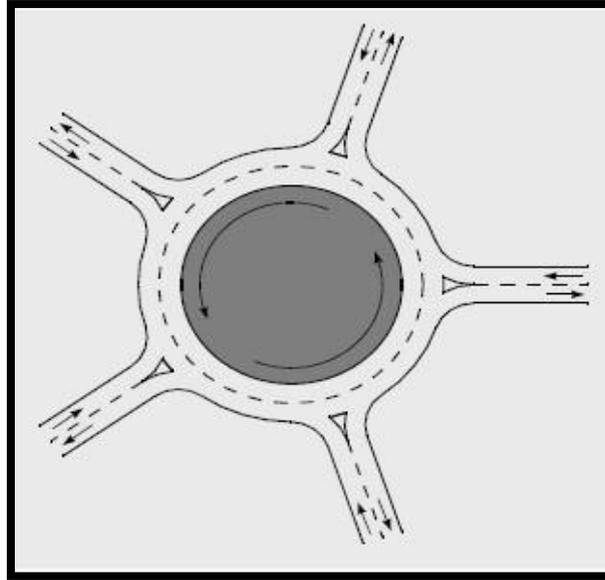


Fuente: (Ing. Víctor Chávez Loaiza)

III. Intersección con más de 4 ramales

Se tiene la infraestructura vial denominada como Giratoria, Ovalo o Glorieta.

Figura. 18 Esquema de una intersección giratoria o glorieta

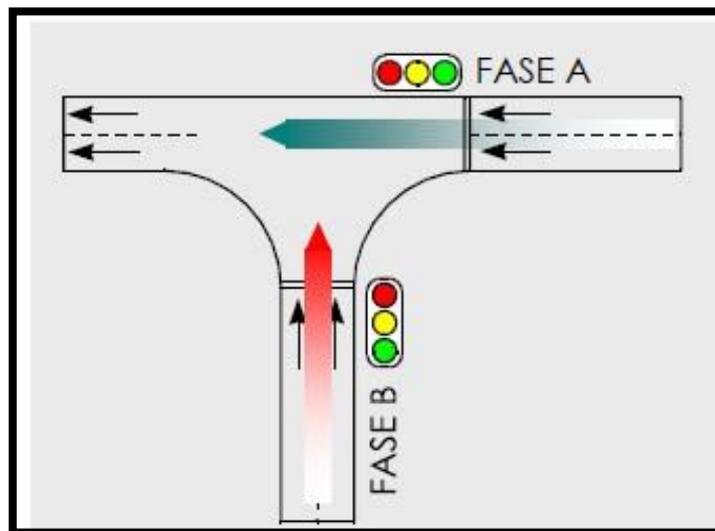


Fuente: (Bañon Vázquez Luis & Beiva García José F)

IV. Intersección con semáforos o semaforizada

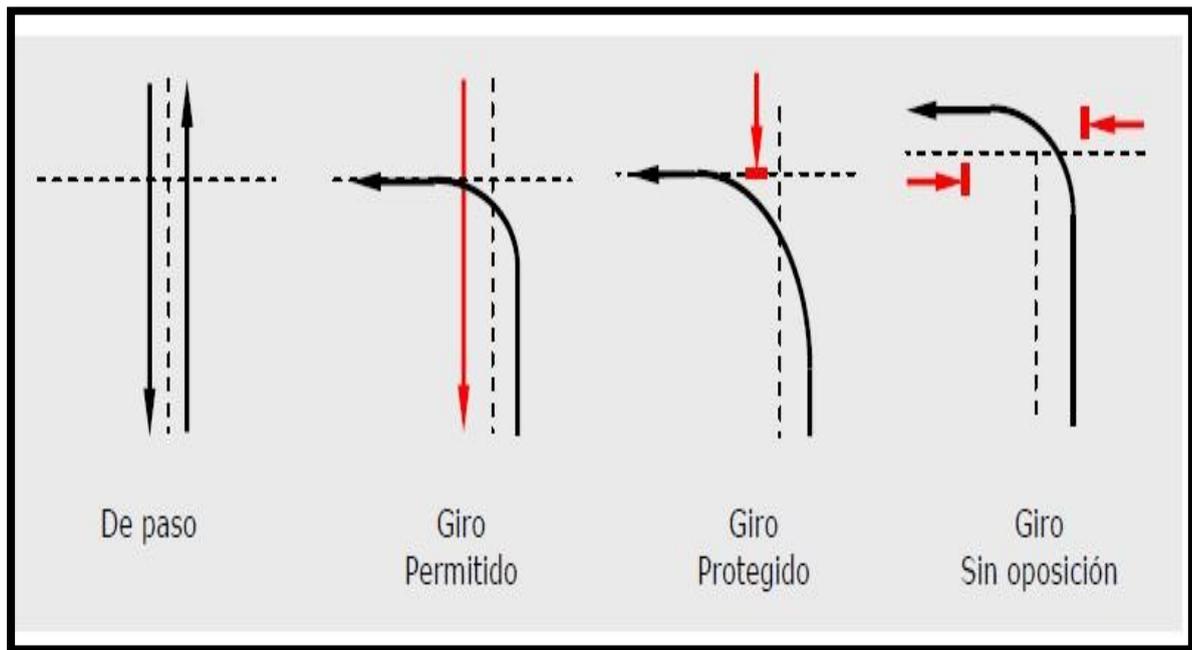
La intersección regulada por semáforos es una de las situaciones más difíciles en el sistema de circulación. El análisis de intersecciones reguladas por semáforos debe considerar la cantidad y la distribución del tráfico, características geométricas, detalles de la señalización de la intersección, capacidad vial y la distribución del tiempo en la circulación en horas pico.

Figura. 19 Fase en una intersección semaforizada



Fuente: (Bañon Vázquez Luis & Beivá García José F)

Figura. 20 Tipos de movimientos en una intersección



Fuente: (Bañon Blázquez Luis & Beivá Garcia José F., 2000)

2.2.5. Estudios de impacto vial (EIV)

2.2.5.1. Definición

Es un estudio de ingeniería de tránsito que determina el impacto potencial de tránsito de algún proyecto de Desarrollo comercial, industrial, residencial propuesto y cualquier otro proyecto de ingeniería.

2.2.5.2. Algunas consideraciones sobre los EIV

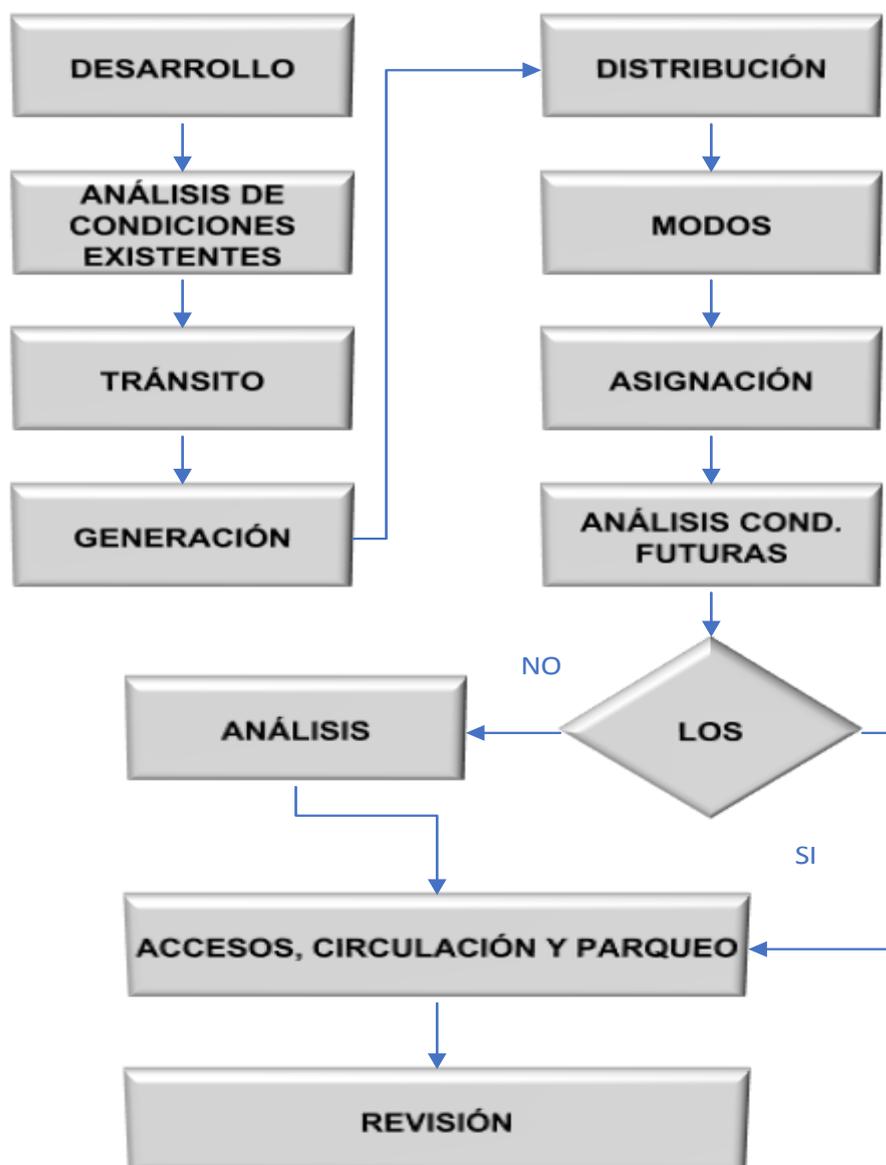
- ¿Bajo qué condiciones necesito realizar un Estudio?
- ¿Cuánta información necesito para realizar el Estudio?
- ¿Qué área de influencia debo considera
- ¿Si se está Planificando un desarrollo, en qué punto debo iniciar mi evaluación?
- ¿Cuál debe ser mi horizonte para la proyección del tránsito?
- ¿Qué horas pico debo analizar?
- ¿Qué análisis técnicos necesito?
- ¿Qué metodologías debo utilizar, para mis proyecciones, niveles de servicio, etc.?



- ¿Cuál es la forma adecuada para determinar los impactos al sistema de transporte?
- ¿Cuáles son las mejoras que deben identificarse?
- ¿Debo proponer mejoras físicas, de control de tránsito, modo de transporte o cambios al desarrollo?
- ¿Cómo debo presentar mis descubrimientos, conclusiones y recomendaciones?
(RE-10 Reglamento específico de evaluaciones de impacto vial.

2.2.5.3. Procedimientos de un Estudio de Impacto Vial

Figura. 21 Esquema de los Pasos para determinación de EIV.



Fuente: Institute of Transportation Engineers (ITE)



2.2.5.4. Requisitos de un EIV.

2.2.5.4.1. Datos de red vial.

- *Datos de la geometría*
- *Volúmenes de Tránsito*
- *Características de Operación de la Red Vial*

2.2.5.4.2. Capacidad de Tránsito.

2.2.5.4.3. Niveles de Servicio

2.2.5.4.4. Accesos a propiedades adyacentes.

2.2.5.4.5. Sistemas de transporte público.

2.2.5.4.6. Generación, atracción y distribución de viajes.

- *Generación de viajes*
- *Atracción de viajes*
- *Distribución de viajes*

2.2.6. Dispositivos para el Control del Tránsito

Se denomina a las señales de tránsito, marcas, semáforos y cualquier otro dispositivo, que se coloca sobre o adyacente a las calles y carreteras, para prevenir, regular y guiar a los usuarios de la misma.

La implementación de los dispositivos de control del tránsito, se realizará de acuerdo a los estudios de ingeniería vial que debe realizarse para cada caso, y que entre otros contemple, el tipo de vía, el uso del suelo del sector adyacente, las características de diseño acorde al Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG vigente), características de operación, sus condiciones ambientales, y en concordancia con las normas de tránsito correspondientes. (MTC; Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

2.2.6.1. Clasificación de dispositivos de control.

Según el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (2016) los dispositivos de control indican a los usuarios las precauciones (preventivas), las limitaciones (reguladoras) y las informaciones (informativas). Los dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras se clasifican en:



2.2.6.1.1. *Señales verticales.*

Son dispositivos instalados al costado o sobre el camino, y tienen por finalidad, reglamentar el tránsito, prevenir e informar a los usuarios mediante palabras o símbolos establecidos en este Manual.

Clasificación de señales verticales:

- **Señales Regulatoras o de Reglamentación:** Tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías, las prioridades, prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes, en el uso de las vías. Su incumplimiento constituye una falta que puede acarrear un delito.
- **Señales de Prevención:** Su propósito es advertir a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal.
- **Señales de Información:** Tienen como propósito guiar a los usuarios y proporcionarles información para que puedan llegar a sus destinos en la forma más simple y directa posible. Además, proporcionan información relativa a distancias a centros poblados y de servicios al usuario, kilometrajes de rutas, Nombres de calles, lugares de interés turístico, y otros. (pág. 14)

2.2.6.1.2. *Señales horizontales.*

Está conformada por marcas planas en el pavimento, tales como líneas horizontales y transversales, flechas, símbolos y letras, que se aplican o adhieren sobre el pavimento, sardineles, otras estructuras de la vía y zonas adyacentes.

Forma parte de esta señalización, los dispositivos elevados que se colocan sobre la superficie de rodadura, también denominadas marcas elevadas en el pavimento, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar restricciones.

Se emplean para regular o reglamentar la circulación, advertir y guiar a los usuarios de la vía, por lo que constituyen un elemento indispensable para la operación vehicular y seguridad vial. (pág. 14)



2.2.7. Volumen de Transito Horario

Con base en la hora seleccionada se define los siguientes volúmenes de transito horario, dado en vehículos por hora.

2.2.7.1. Volumen horario de máxima demanda:

Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos. Es el representativo de los períodos de máxima demanda que se pueden presentar durante un día en particular. (MTC; Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

2.2.7.2. Volumen Horario de Proyecto

Es el volumen de tránsito horario que servirá para determinar las características geométricas de la vialidad. Fundamentalmente se proyecta con un volumen horario pronosticado. (Loaiza Chavez, 2005)

2.2.8. Velocidad en General

En general, el término velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, generalmente expresada en kilómetros por hora (km/h).

Para el caso de una velocidad constante, ésta se define como una función lineal de la distancia y el tiempo, expresada por la fórmula: (MTC; Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

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

Donde:

v = Velocidad constante (Kilómetro por hora)

d = Distancia recorrida (kilómetros)

t = Tiempo de recorrido (horas).



2.2.9. Capacidad Vial en Intersecciones Semaforizadas

La capacidad de intersecciones es definida para cada grupo de carriles. La capacidad del grupo de carriles es la máxima tasa de flujo para el grupo de carriles objeto que puede pasar a través de la intersección bajo el tráfico prevaleciente, la vía y las condiciones de semaforización. La tasa de flujo es generalmente medida o proyectada para periodos de 15 minutos, y la capacidad es establecida en vehículos por hora (vph).

- a. Condiciones de tráfico. Las condiciones de tráfico incluyen los volúmenes en cada aproximación, la distribución de vehículos por movimiento (izquierdo, de frente, derecha), la distribución del tipo de vehículos en cada movimiento, la localización y el uso de las paradas de ómnibus (transporte público) dentro del área de la intersección, flujo de peatones que cruzan y movimientos de estacionamiento dentro del área de la intersección.
- b. Condiciones de la vía (geométricas): Las condiciones de la vía incluyen la geometría básica de la intersección, incluyendo el número y ancho de vías, pendientes y asignación del uso de la vía incluyendo vías de parqueo.
- c. Condiciones de semaforización: Las condiciones de semaforización, incluyen una definición total de las fases de la señal, tiempos y tipo de control, y una evaluación de la progresión para cada grupo de vías. (TRB, 2016)

2.2.10. Nivel de Servicio

Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los motoristas y/o pasajeros. Estas condiciones se describen en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial. (Loaiza Chavez, 2005)

El nivel de servicio de intersecciones semaforizadas es definido en términos de la demora, la cual es una medida de la disconformidad del conductor, frustración, consumo de combustible y el tiempo perdido de viaje.

La demora experimentada por el conductor es hecha sobre un número de factores que relacionan el control, la geometría, el tráfico y los incidentes. (TRB, 2016)

- Nivel de servicio A describe operaciones con un control de demoras de 10 s/veh o menos y una proporción volumen-capacidad no superior a 1,0. Este nivel se asigna normalmente cuando la proporción volumen-capacidad es baja y la progresión es



excepcionalmente favorable o la duración del ciclo es muy corto. Si es debido a la favorable progresión, la mayoría de los vehículos llegan durante la indicación verde y viajan a través de la intersección sin parar.

- Nivel de servicio B describe operaciones con control demora entre 10 y 20 s/veh y una proporción volumen-capacidad no superior a 1,0. Este nivel se asigna normalmente cuando la proporción volumen-capacidad es baja y la progresión es altamente favorable o la duración del ciclo es corto. Más vehículos parados que con Nivel de servicio A.
- Nivel de servicio C describe operaciones con control demora entre 20 y 35 s/veh y una proporción volumen-capacidad no superior a 1.0. Este nivel se asigna normalmente cuando la progresión es favorable o la duración del ciclo es moderada. Fallas de ciclo individual (es decir, uno o más vehículos en cola no son capaces de salir como resultado de la insuficiencia de la capacidad durante el ciclo) pueden comenzar a aparecer en este nivel. El número de vehículos parando es importante, aunque muchos vehículos pasan a través de la intersección sin parar.
- Nivel de servicio D describe operaciones con control demora entre 35 y 55 s/veh y una proporción volumen-capacidad no superior a 1.0. Este nivel se asigna normalmente cuando la proporción volumen-capacidad es alta y la progresión es ineficaz o la duración del ciclo es largo. Muchos vehículos paran y las fallas ciclo individual son perceptibles.
- Nivel de servicio E describe operaciones con control demora entre 55 y 80 s/veh y una proporción volumen-capacidad no superior a 1,0. Este nivel se asigna normalmente cuando la proporción volumen-capacidad es alta, la progresión es desfavorable, y la duración del ciclo es larga. Las fallas Ciclo individual son frecuentes.
- Nivel de servicio F describe operaciones con control demora superior a 80 s/veh o una proporción volumen-capacidad superior a 1.0. Este nivel se asigna normalmente cuando la proporción volumen-capacidad es muy alta, la progresión es muy pobre, y la duración del ciclo es larga. La mayoría de los ciclos no permiten borrar la cola. (TRB, 2016)



Tabla. 4 Niveles de servicio

Criterios del Nivel de Servicio	Control de demora (S/veh)	Niveles de Servicio por la proporción volúmen-capacidad	
		≤10	A
	>10-20	B	F
	>20-35	C	F
	>35-55	D	F
	>55-80	E	F
	>80	F	F

Fuente: (Higway Capacity Manual HCM, 2016)

2.2.11. Tasa de Demanda del Flujo

La tasa de demanda de flujo para una intersección a la circulación de tráfico se define como el número de vehículos que llegan a la intersección durante el período de análisis dividido por la duración del período de análisis. Se expresa como una tasa de flujo por horario, pero puede representar un período de análisis de menos de 1 h. La tasa de demanda de flujo representa la tasa de flujo de vehículos que arriban a la intersección. Cuando se mide en el campo, esta tasa de flujo se basa en un recuento de tráfico adoptado antes de la cola asociada con la intersección. Esta distinción es importante para conocer los recuentos durante períodos congestionado porque el recuento de vehículos partiendo desde un enfoque congestionado producirá una tasa de demanda de flujo que es inferior a la tasa real. (TRB, 2016)

2.2.12. Factor Hora Punta de Intersección

Un factor de hora punta para toda la intersección se calcula con la siguiente ecuación:

$$PHF = \frac{n_{60}}{4 n_{15}}$$

Donde:

PHF : Factor de hora pico

n_{60} : Recuento de vehículos durante un período de 1 h (veh)

n_{15} : Recuento de vehículos durante el período de pico de 15 min (veh).

El recuento utilizado en el denominador de la ecuación debe tomarse durante un período de 15 minutos que se produce dentro del período de 1- h representado por la variable



en el numerador. Ambas variables en esta ecuación representan el número total de vehículos que entran en la intersección durante sus respectivos períodos de tiempo. Como tal, un factor de hora punta se calcula para la intersección. Este factor se aplica individualmente a cada movimiento del tráfico. Los valores de este factor suelen oscilar entre 0,80 a 0,95.

El uso de un único factor de hora pico para toda la intersección está diseñado para evitar la probabilidad de crear escenarios de demanda conflictiva con volúmenes que no son proporcionales a los volúmenes reales durante el período de análisis de 15 minutos. (TRB, 2016)

2.2.13. Relación de pelotón

La relación de pelotón se utiliza para describir la calidad de la señal de progresión para el correspondiente grupo de movimiento. Se calcula como la tasa de flujo demanda durante la indicación verde dividido por el promedio de la tasa de flujo de demanda. Valores para la relación de pelotón típicamente varían de 0,33 a 2,0. La tabla 6 proporciona una indicación de la calidad de

Tabla. 5 La progresión asociados con determinados valores de la relación de pelotón

Platoon Ratio	Arrival Type	Progression Quality
0.33	1	Very poor
0.67	2	Unfavorable
1.00	3	Random arrivals
1.33	4	Favorable
1.67	5	Highly favorable
2.00	6	Exceptionally favorable

Fuente: (Highway Capacity Manual HCM, 2016)



La relación de pelotón para un grupo de movimiento puede ser estimada a partir de datos de campo con la siguiente ecuación:

$$R_p = \frac{P}{(g/C)}$$

- R_p : Relación de pelotón
- P: La proporción de vehículos que lleguen durante la indicación verde
- C: Duración de ciclo (s).

2.2.14. Metodología del HCM 2016

2.2.14.1. Paso 1: Determinar grupo de movimientos y grupo de Carriles

A. Grupo de carriles y grupo de movimientos

Un carril o grupo de carriles designados para separar el análisis se conoce como un grupo de carril. En general, un separado grupo de carril está establecido para (a) Cada carril (o combinación de carriles adyacentes), que sirve exclusivamente a un movimiento y (b) cada carril compartidos por dos o más movimientos.

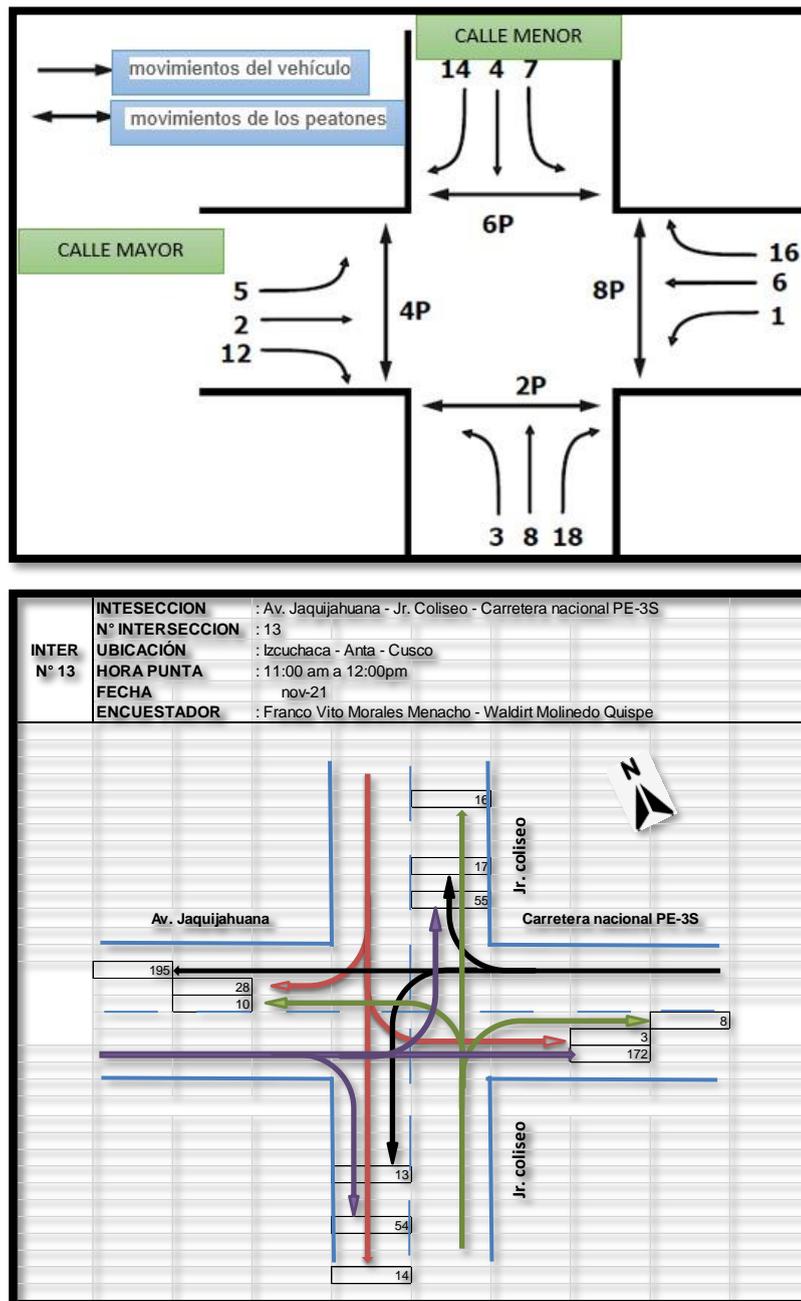
El concepto de los grupos del movimiento también se establece para facilitar la entrada de datos. Un independiente grupo de movimiento está establecido para (a) Cada movimiento de giro con uno o más carriles de giro exclusivo y (b) a través del movimiento (incluyendo cualquier vuelta movimientos que compartan un carril). (TRB, 2016)

b. Movimiento y Numeración de la fase

La figura 30 ilustra los movimientos de tráfico de vehículos y peatones en una intersección de cuatro piernas. Tres movimientos de tráfico vehicular y un movimiento de tráfico peatonal se muestran para cada intersección. Para facilitar la discusión, a cada movimiento se le asigna un único número o un número y combinación de letras. La letra P denota un movimiento peatonal. (TRB, 2016)



Figura. 22 . Movimiento de tráfico de vehículos y peatones



Fuente: Elaboración propia

2.2.14.2. Paso 2: Determinar la tasa de flujo de Grupo de Movimientos.

La tasa de flujo de cada grupo de movimiento es determinada en este paso. Indicando si un movimiento de giro sirve para una o más carriles exclusivos y no carriles compartidos, por consiguiente cada tasa de flujo de movimiento es determinada a un grupo de movimiento. Cualquiera de los flujos de enfoque que aún no se ha determinado para un grupo de movimiento es asignado a un grupo de movimiento.



2.2.14.3. **Paso 4: Determinar los Ajustes de la Tasa de Flujo de Saturación.**

El cálculo del flujo de saturación es referido como el “ajuste” de tasa de flujo de saturación porque este refleja la aplicación de varios factores de ajuste a la tasa de flujo de saturación base a las condiciones específicas presentes en la intersección enfocada.

$$S = S_0 f_w f_{HV} f_g f_p f_{bb} f_a f_{LU} f_{LT} f_{RT} f_{Lpb} f_{Rpb}$$

Donde

- S = Ajuste de la tasa de flujo de saturación.
- S₀ = Tasa de flujo de saturación base. (pc/h/ln)
- f_w = Factor de Ajuste por ancho de carril
- f_{HV} = Factor de Ajuste por Vehículos Pesados:
- f_g = Factor de Ajuste por Pendiente
- f_p = Factor de Ajuste para estacionamiento
- f_{bb} = Factor de Ajuste para bloqueo de buses
- f_a = Factor de Ajuste por tipo de área
- f_{LU} = Factor de Ajuste por el carril utilizado
- f_{LT} = Factor de Ajuste por giros a la derecha
- f_{RT} = Factor de Ajuste por giros a la izquierda
- f_{Lpb} = Factor de Ajuste para peatones
- f_{Rpb} = Factor de Ajuste para bicicletas.

Fuente: (Higway Capacity Manual HCM, 2016)

Tabla. 6 Factores de ajuste

Average Lane Width (ft)	Adjustment Factor (fw)
< 10.0	0.96
≥ 10.0 - 12.9	1.00
> 12.9	1.04

Fuente: (Higway Capacity Manual HCM, 2016)



2.2.14.3.1. Factor de Ajuste por Vehículos Pesados.

Se determina mediante la siguiente ecuación:

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

Donde

- PHV: Porcentaje de vehículos pesados en el correspondiente grupo de movimiento.
- ET: Equivale al número de autos para cada vehículo pesado. (Highway Capacity Manual HCM, 2016)

2.2.14.3.2. Factor de Ajuste por Pendiente.

Se determina mediante la siguiente ecuación:

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

Donde:

- P_g : es la pendiente de aproximación para el correspondiente grupo de movimiento. (%) Este factor aplica para pendientes que va desde 6.0% to +10.0%. Una cuesta arriba tiene un valor positivo y una cuesta abajo tienen un valor negativo.

2.2.14.3.4. Factor de Ajuste para Estacionamiento.

Se determina mediante la siguiente ecuación:

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

Donde:

- N_m : tasa de maniobra de estacionamiento adyacente al grupo de carriles (maniobras/h) N : número de carriles en un grupo de carriles (LN).



2.2.14.3.5. Factor de Ajuste para bloqueo de buses.

Se determina usando la siguiente ecuación:

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

Donde:

- N: Es el número de carriles en un grupo de carriles (ln)
- Nb: Es la tasa de parada de buses en el sujeto enfocado (buses/h).

2.2.14.3.6. Factor de Ajuste por el Carril Utilizado.

Se determina usando la siguiente ecuación:

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

Donde:

- fLU : Factor de ajuste por utilización de carril
- Vg : Tasa de flujo de demanda para el grupo de movimiento (veh/h),
- Ne : Tasa de flujo de demanda en el único carril exclusivo con la mayor tasa de flujo de todos los carriles exclusivos en el grupo de movimiento (veh/h/ln)
- Vg1 : Número de carriles exclusivos en grupo de movimiento (LN).

2.2.14.3.7. Factor de Ajuste por Giros a la Derecha.

Se determina mediante la siguiente ecuación:

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

Donde:

- ER: Es el equivalente al número de carros para un giro a la derecha protegida de vehículo (= 1.18). (TRB, 2016)



2.2.14.3.8. *Factor de Ajuste por giros a la izquierda.*

Se determina aplicando la siguiente ecuación:

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

Donde:

- E_L : Es el equivalente al número de carros para un giro a la izquierda protegido de vehículo (= 1,05) (TRB, 2016)

2.2.14.4. *Paso 5: Determinar la Proporción que Llegan Durante el Verde.*

Se determina usando o aplicando la siguiente ecuación:

$$P = R_p (g/C)$$

Esta ecuación requiere conocimiento del tiempo efectivo en verde (g) y la duración del ciclo C . Estos valores son conocidos por la operación pre programado. (TRB, 2016)

2.2.14.5. *Paso 6: Determinar la Duración de la Fase de Señal.*

Se determina aplicando la siguiente ecuación:

$$D_p = l_1 + g_s + g_e + Y + R_c$$

Donde:

- D_p = duración de fase (s)
- l_1 = pérdida de tiempo de
- g_e = tiempo de extensión verde (s)
- Y = el intervalo de cambio
- R_c = intervalo de separación rojo



2.2.14.6. Paso 7: Determinar la capacidad y la relación de volumen y capacidad.

2.2.22.7.1. Relación de Volumen y capacidad del grupo de carriles.

Se determina aplicando la siguiente ecuación

$$c = N s \frac{g}{C}$$

Donde

- C es la capacidad (veh/h)

2.2.14.7. Paso 8: Determinar Demoras.

Se determina aplicando la siguiente ecuación:

$$d = d_1 + d_2 + d_3$$

Donde:

- d = control de demora (s/veh)
- d1 = demora uniforme (s/veh) d2 = demora incremental (s/veh)
- d3 = demora de cola inicial (S/veh). (Highway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.14.7.1. Demora Incremental.

Se determina empleando la siguiente ecuación:

$$d_2 = 900 T \left[(X_A - 1) + \sqrt{(X_A - 1)^2 + \frac{8 k I X_A}{c_A T}} \right]$$
$$X_A = v / c_A$$

Donde

- XA es la relación de volumen y capacidad promedio y las otras variables están previamente definidas.



2.2.14.8. **Paso 9. Determinar El Nivel de Servicio.**

Haciendo uso de la tabla N°7 se puede determinar el nivel de servicio para cada grupo de carril y la intersección como un todo. El Nivel de Servicio viene a ser el indicador del nivel de circulación que puede sostener una infraestructura vial, en una avenida con sus respectivas intersecciones. También puede indicar una circulación saturada inaceptable para grupos de carriles individuales.

Tabla. 7 Niveles de servicio

Control Delay (s/veh)	LOS by Volume-to-Capacity Ratio	
	≤ 1.0	> 12.9
≤ 10	A	F
> 10 - 20	B	F
> 20 - 35	C	F
> 35 - 55	D	F
> 55 - 80	E	F
> 80	F	F

Fuente: (Highway Capacity Manual HCM, 2016)

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis General

Hecho el análisis de la circulación vehicular en la carretera nacional PE-3S (Av. Jaquijahuana) en la ciudad de Izcuchaca, se logra elaborar la propuesta de solución.

2.3.2. Sub hipótesis

Sub Hipótesis N°1: Existe una incidencia directa en el planteamiento de una vía alterna modificando esta en las demoras de circulación vehicular en la carretera PE-3S (Av. Jaquijahuana) en la ciudad de Izcuchaca.

Sub Hipótesis N°2: Es posible determinar la incidencia de la demanda Vehicular y peatonal respecto a las demoras de circulación vehicular en la carretera PE-3S (Av. Jaquijahuana) en la ciudad de Izcuchaca.

Sub Hipótesis N°3: Es posible determinar la incidencia de la composición vehicular respecto a las demoras de circulación vehicular en la carretera PE-3S (Jaquijahuana) en la ciudad de Izcuchaca.



Sub Hipótesis N°4: Es posible determinar la incidencia de la optimización semafórica respecto a las demoras de circulación vehicular en la carretera PE-3S (Jaquijahuana) en la ciudad de Izcuchaca, Provincia de Anta.

Sub Hipótesis N°4: Con el análisis de circulación vehicular y peatonal realizado en la presente investigación se propondrá solución para lograr una circulación vehicular optima y viable en la Ciudad de Izcuchaca, Provincia de Anta.

2.4. Definición de las variables

2.4.1. Variables Independientes

- Demanda Vehicular
- Geometría Vía en estudio
- Sistemas de Control de tránsito vehicular y peatonal
- Jerarquía de la Circulación regional y nacional

2.4.1.1. Indicadores de Variable Independiente.

- Niveles de servicio de vía
- Flujo vehicular
- Composición vehicular
- Número de carriles de vía
- Ancho de carriles de vía
- Semáforos
- Señalización
- Flujo vehicular de ingreso/salida

2.4.2. Variables Dependiente

- Circulación Vehicular optimizada y priorizada
- Propuesta de solución y planificación

2.4.2.1. Indicadores de las variables dependientes.

- Nivel de Servicio.



2.4.3 Cuadro de Operación de Variables

Tabla. 8 Cuadro operacional de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			
VARIABLE	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Variable Independiente			
X1: Demanda	Cantidad de vehículos que van a circular por la infraestructura vial	Número de carriles	FICHAS DE CAMPO
X2: Geometría vial	Características geométricas de la vía en evaluación	Ancho de carriles	FICHAS DE CAMPO
X3: Sistemas de Control	Dispositivos de control del flujo vehicular y peatonal	Semáforos, Señalizaciones	FICHAS DE CAMPO
X4: Jerarquía de Circulación.	Concepto de ingresos y salidas bajo el cual se da preferencia a sentidos de circulación (vehículos regionales y nacionales)	Flujo de Ingreso/Salida	HCM 2016 SYNCHRO 11
VARIABLE DEPENDIENTE			
Y1: Circulación vehicula Optimizada	Circulación vehicular que ha sido optimizada (eliminación de giros y optimización semáforos)	Niveles de Servicio nuevos	HCM2016 SYNCHRO 11
Y2: Propuesta de Planificación y solución	Propuesta de mejora en los niveles de servicio y planteamiento de mejora mediante el uso de una vía alterna	Niveles de Servicio	HCM2016 SYNCHRO 11

Fuente: Elaboración propia

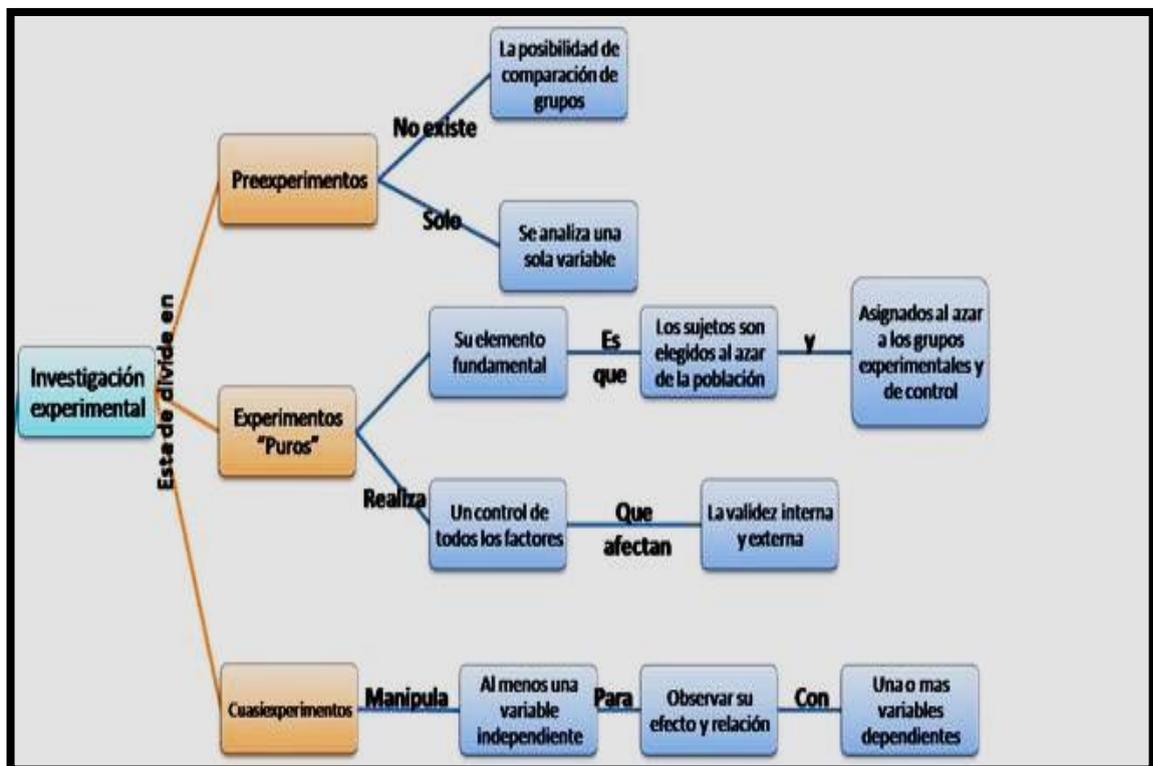
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA APLICADA

3.1. Metodología de la Investigación

3.1.1. Enfoque de la Investigación

La investigación que se utilizó en la presente investigación, es de *tipo Cuantitativo*. Ya que recolectamos y procesaremos los datos obtenidos del trabajo en campo para la determinación de flujos viales durante 7 días de la semana y también en horas pico, posterior a ello el cálculo o determinación del nivel de servicio.

Figura. 23 Investigación experimental



Fuente: Elaboración Propia

3.1.2. Nivel de Investigación

El nivel de investigación que se utilizó en la presente tesis fue DESCRIPTIVO - EXPERIMENTAL, ya que se experimentó y describió propiedades importantes de la infraestructura vehicular tal como: Geometría de la vía, Anchos de carril, Pendientes, Funcionamiento, Capacidad vial y Nivel de servicio.

3.1.3. Método de Investigación

En la presente investigación se aplicó el método hipotético - deductivo, debido a que se estudió las intersecciones semaforizadas y no semaforizadas así mismo se crearon hipótesis, las cuales fueron verificadas y comprobadas en la presente investigación.



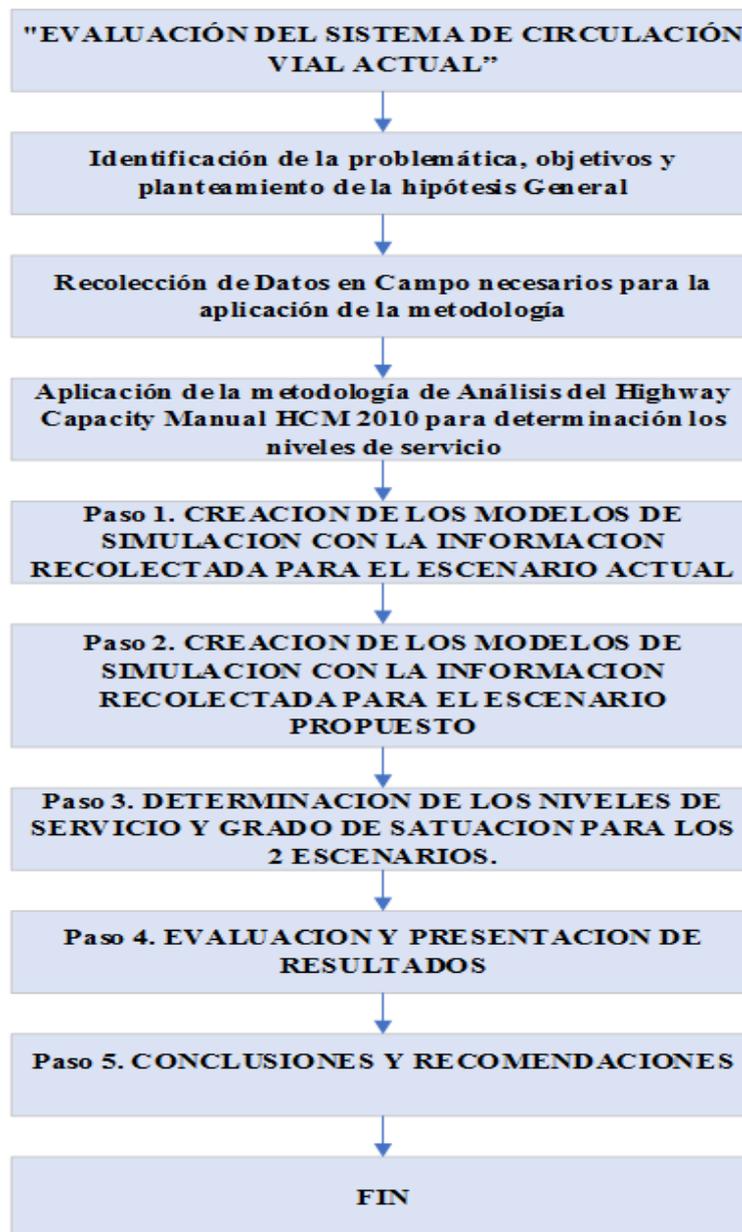
3.2. Diseño de la Investigación

3.2.1. Diseño de Investigación Metodológico

El diseño metodológico de la presente investigación fue de tipo experimental puesto que no incluye la manipulación de la variable y se observa el fenómeno bajo condiciones reales.

3.2.2. Diseño de Investigación de Ingeniería

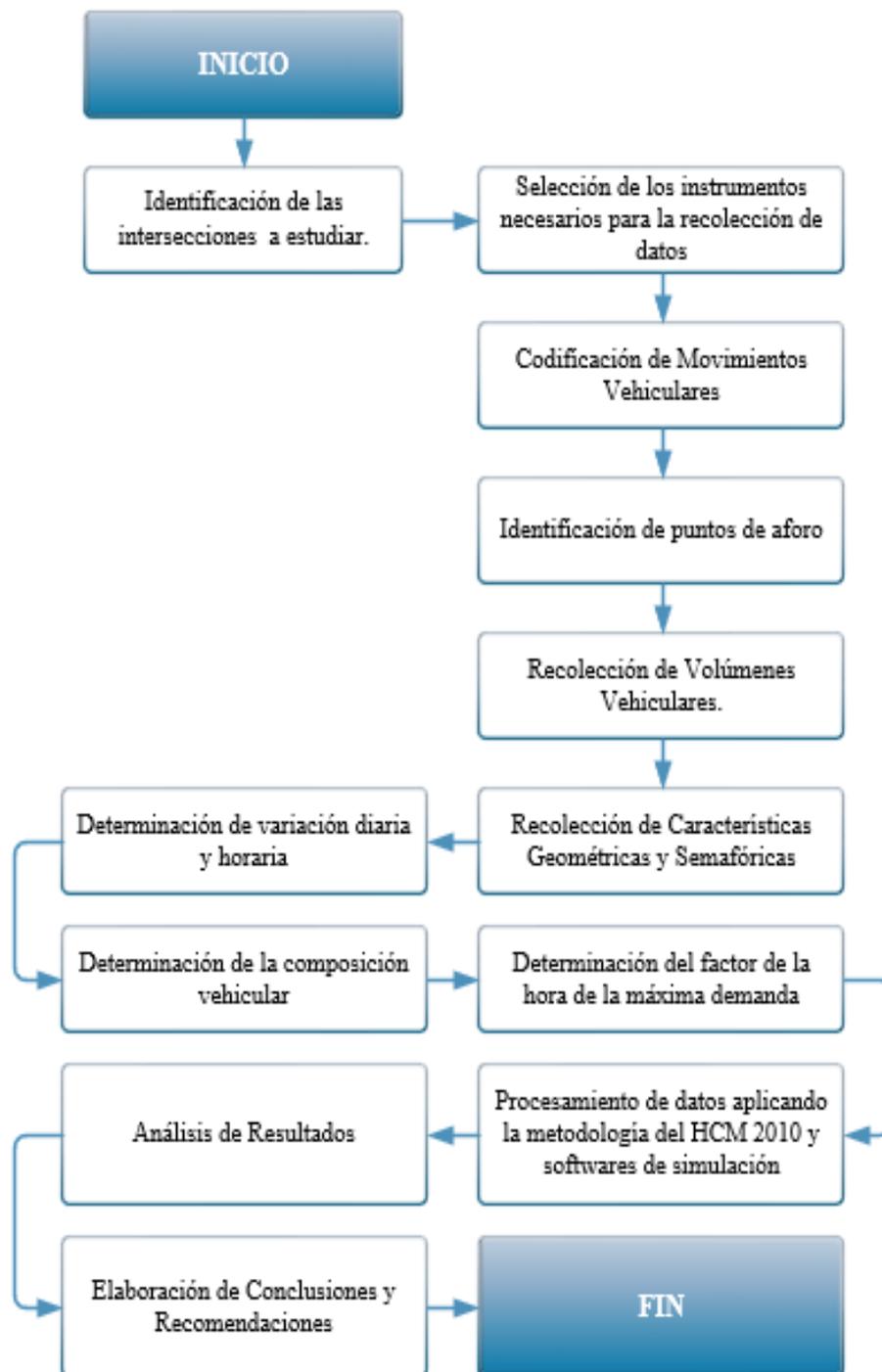
Figura. 24 Evaluación del sistema de circulación actual



Fuente: Elaboración Propia



Figura. 25 Actividades a desarrollar en la presente investigación



Fuente: Elaboración Propia

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

3.3.1.1. Descripción de la Población.

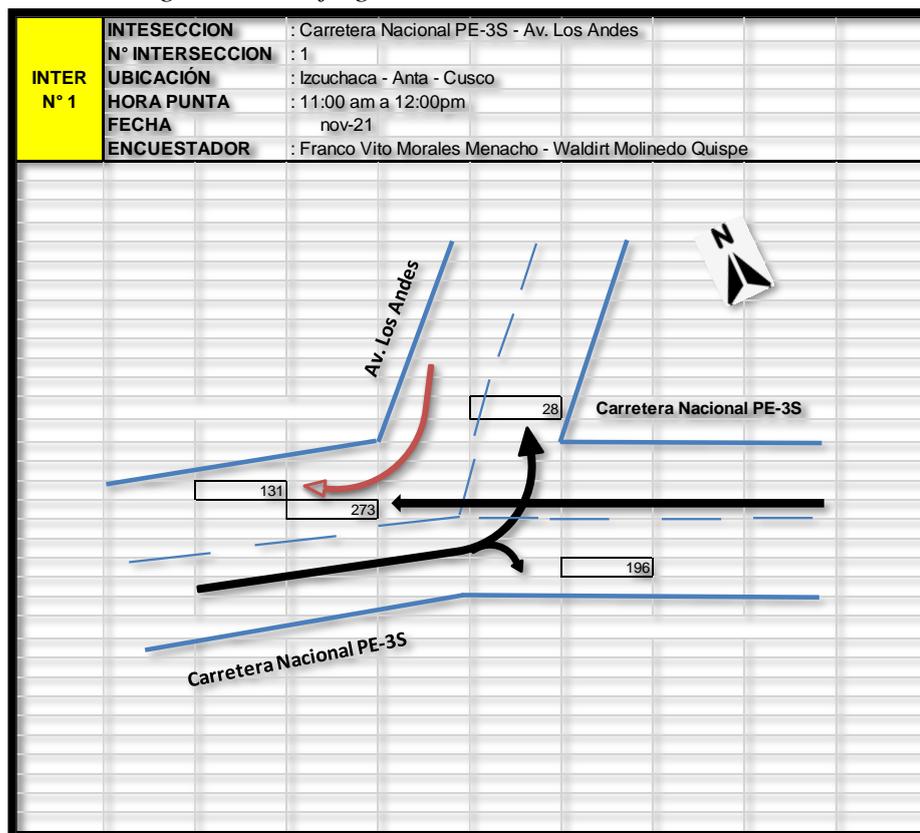
La población para esta presente investigación fue la Carretera Nacional PE-3S (Av Jaquijahuana) enmarcando las intersecciones semaforizadas y no semaforizadas en la Av. Jaquijahuana de la ciudad de Izcuchaca, dicha vía es la arteria principal de circulación de esta ciudad por donde también existe circulación de ámbito local, nacional e internacional.

3.3.1.2. Cuantificación de la población.

La población está compuesta por la carretera nacional PE-3S (Av Jaquijahuana) enmarcando todas las intersecciones semaforizadas y no semaforizadas a lo largo del sistema vial en estudio (Av. Jaquijahuana). Las calles, jirones y avenidas que conforman este universo interceptado son:

- Transición Semaforizada: Carretera Nacional PE-3S y Av. Los Andes.

Figura. 26 Flujo grama en transición de vía N°1

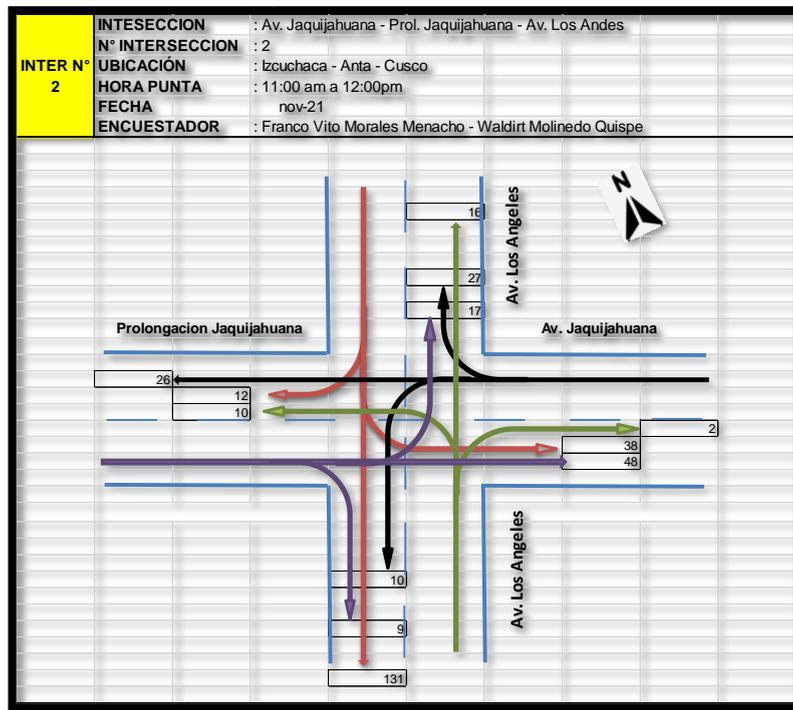


Fuente: Elaboración propia



- Intersección Semaforzada: Prolongacion Jaquijahuana – Av. Jaquijahuana – Av. Los Angeles.

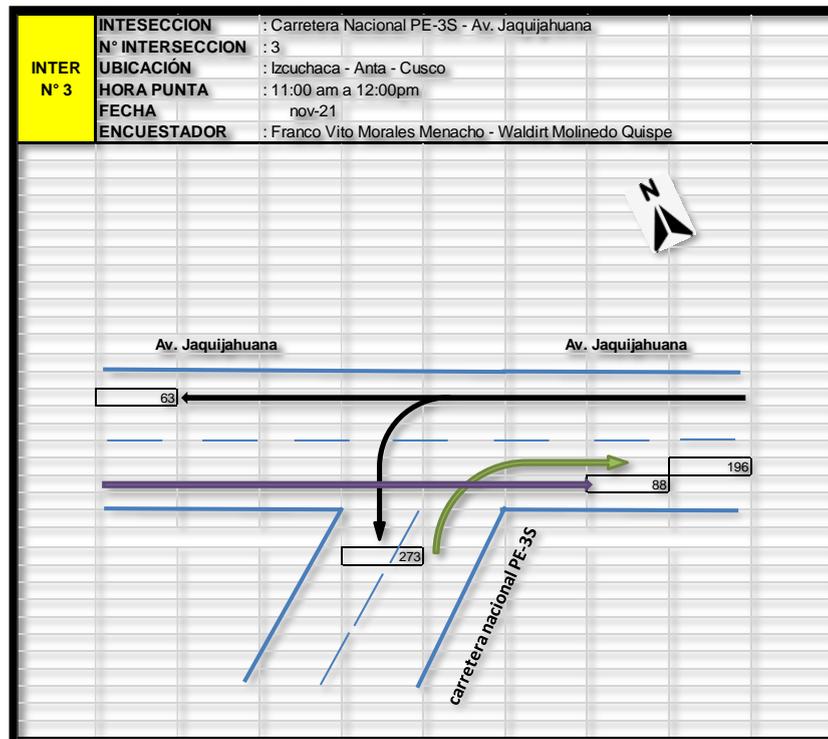
Figura. 27 Flujograma en intersección de vía N°2



Fuente: Elaboración propia

- Intersección Semaforzada: Carretera Nacional PE-3S y Av. Jaquijahuana.

Figura. 28 Flujograma en intersección de vía N°3

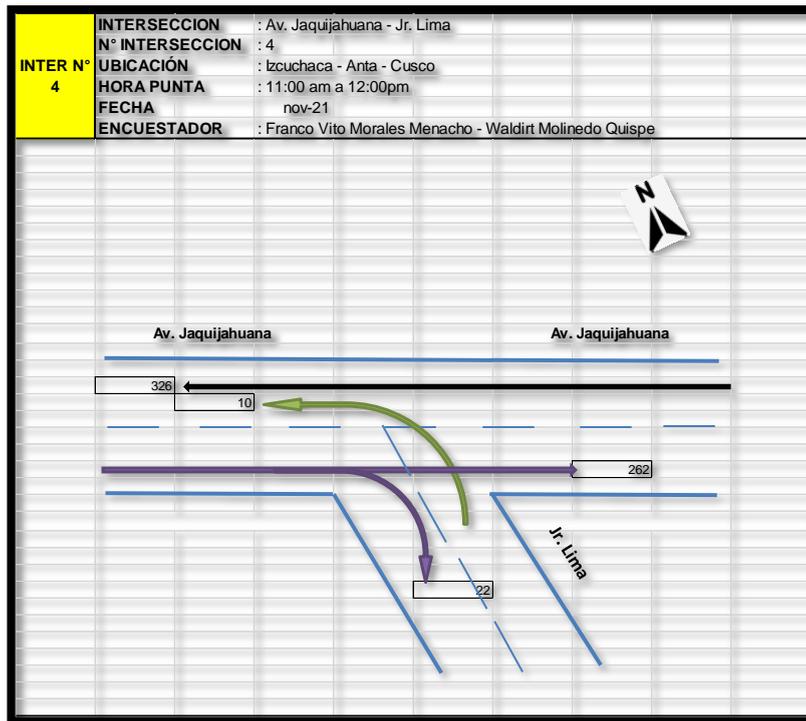


Fuente: Elaboración propia



➤ Intersección Semaforzada: Av. Jaquijahuana y Jr. Lima.

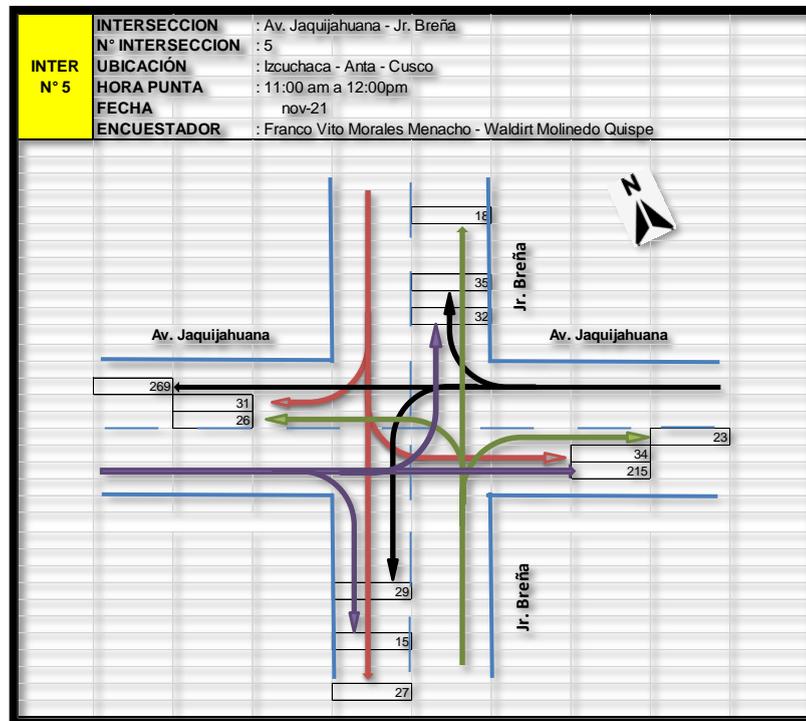
Figura. 29 Flujograma en intersección de vía N°4



Fuente: Elaboración propia

➤ Intersección Semanforizada: Av. Jaquijahuana y Jr. Breña

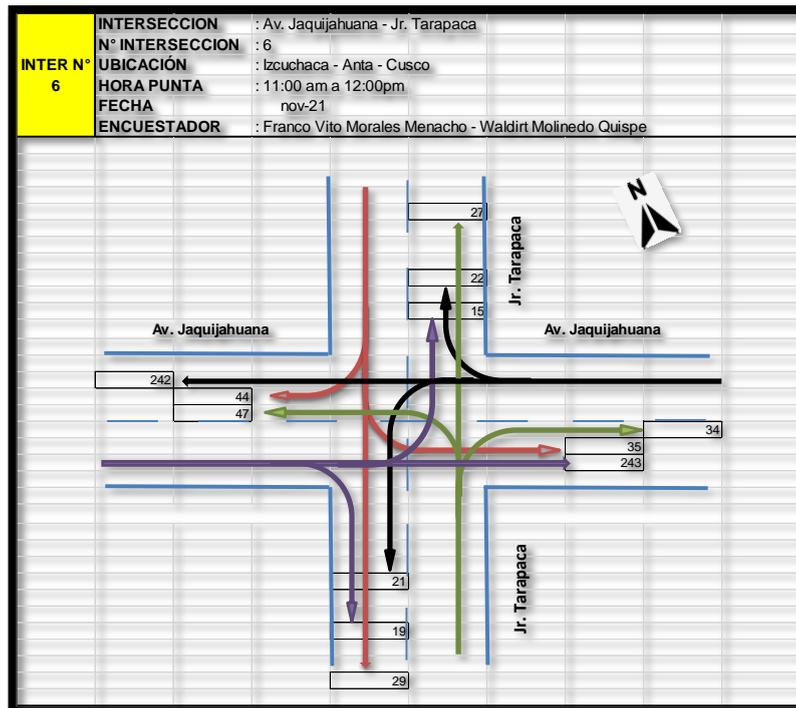
Figura. 30 Flujograma en intersección de vía N°5



Fuente: Elaboración propia

- Intersección Semaforzada: Av. Jaquijahuana y Jr. Tarapaca.

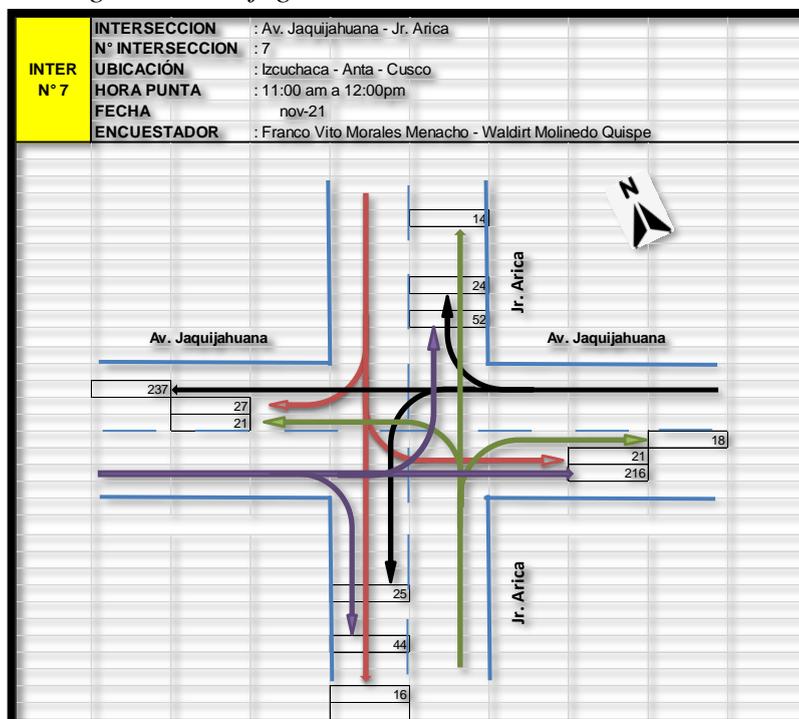
Figura. 31 Flujograma en intersección de vía N°6



Fuente: Elaboración propia

- Intersección Semaforzada: Av. Jaquijahuana y Jr. Arica.

Figura. 32 Flujograma en intersección de vía N°7

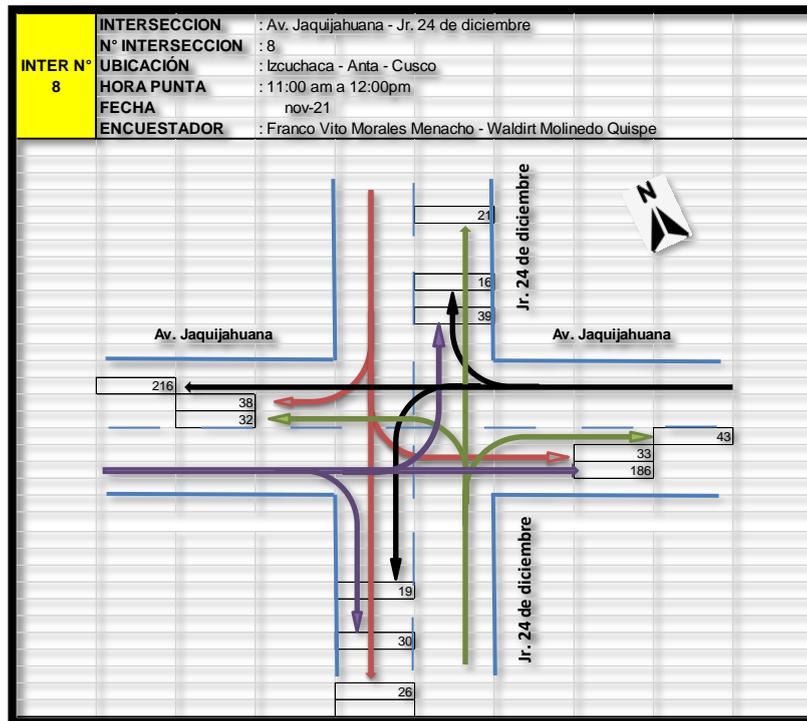


Fuente: Elaboración propia



➤ Intersección Semaforzada: Av. Jaquijahuana y Jr. 24 de diciembre

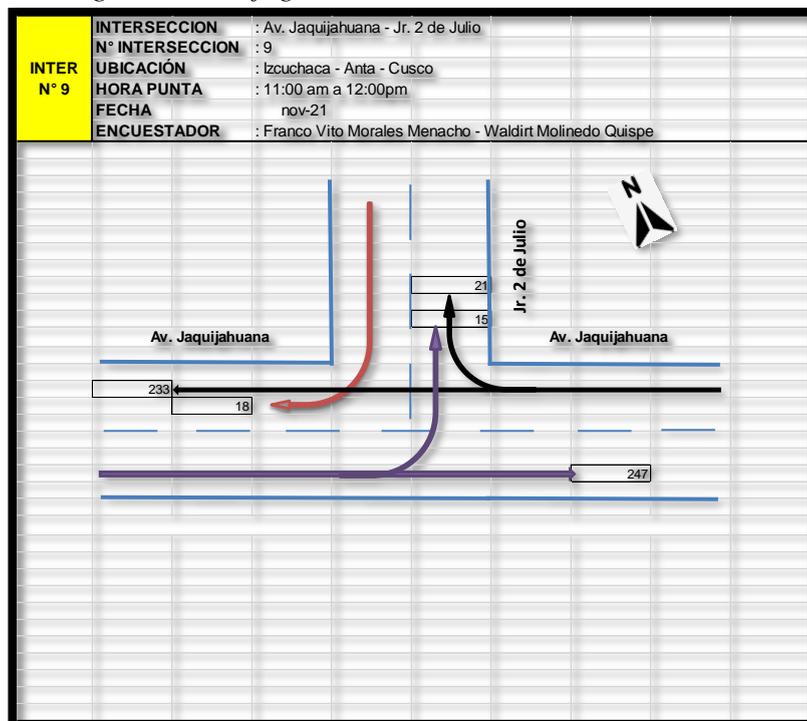
Figura. 33 Flujograma en intersección de vía N°8



Fuente: Elaboración propia

➤ Intersección Semaforzada: Av. Jaquijahuana y Jr. 2 de Julio.

Figura. 34 Flujograma en intersección de vía N°9

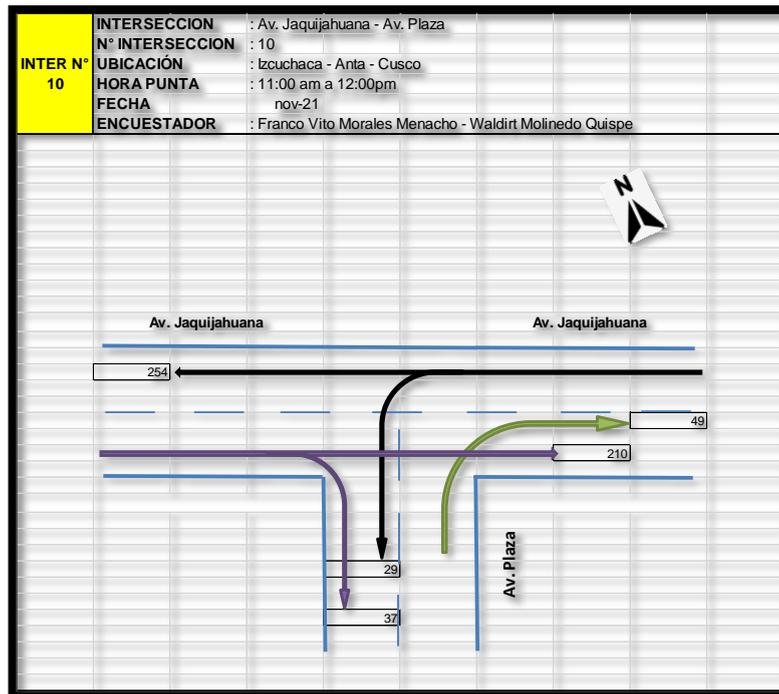


Fuente: Elaboración propia



➤ Intersección Semaforzada: Av. Jaquijahuana y Av. Plaza

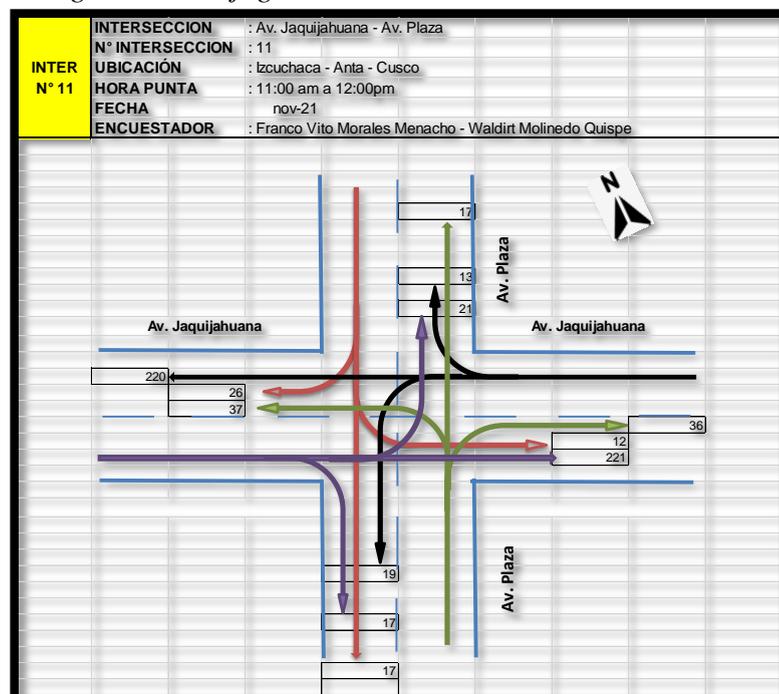
Figura. 35 Flujograma en intersección de vía N°10



Fuente: Elaboración propia

➤ Intersección Semaforzada: Av. Jaquijahuana y Av. Plaza.

Figura. 36 Flujograma en intersección de vía N°11

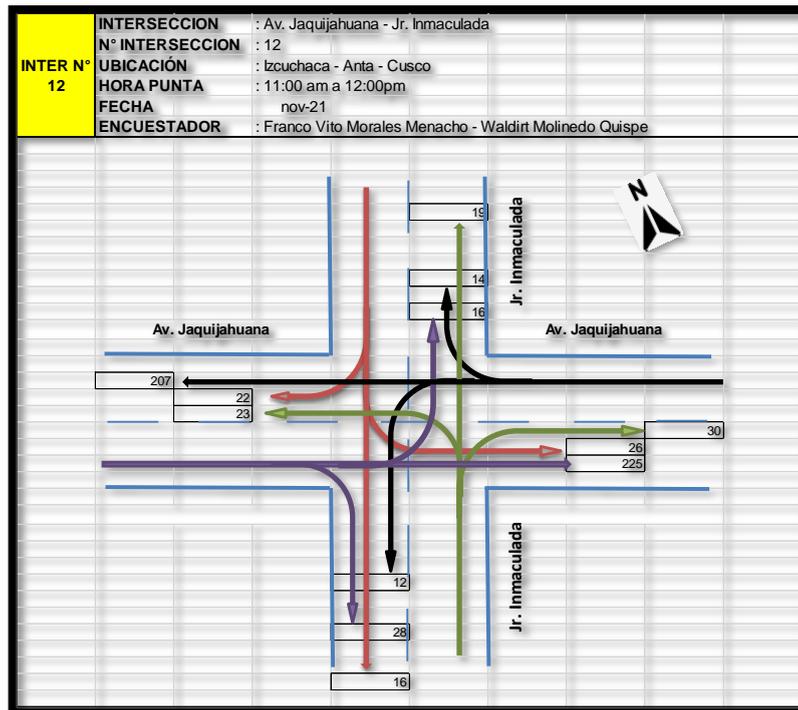


Fuente: Elaboración propia



- Intersección Semaforzada: Av. Jaquijahuana y Jr. Inmaculada.

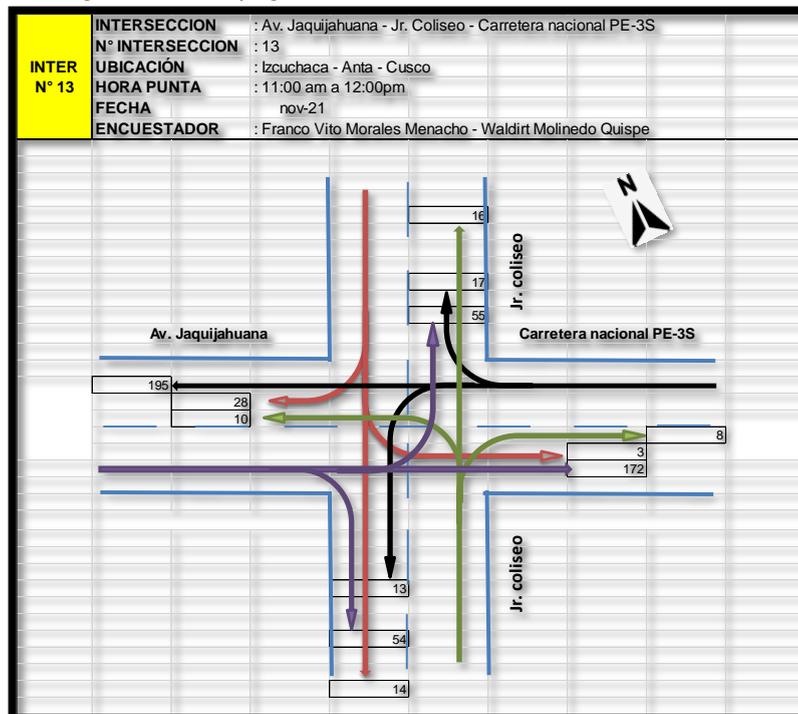
Figura. 37 Flujograma en intersección de vía N°12



Fuente: Elaboración propia

- Transición Semaforzada: Av. Jaquijahuana – Carretera Nacional PE-3S y Jr. Coliseo.

Figura. 38 Flujograma en intersección de vía N°13



Fuente: Elaboración propia



Estas intersecciones fueron seleccionadas tomando en cuenta los siguientes criterios y

Características:

- Jerarquía vial: se encuentra desarrollada en la carretera clasificada como *PE-3S según el clasificador de rutas (D.S.N°011-2016-MTC) y el SINAC (sistema nacional de carreteras), esta carretera PE-3S cuenta con una longitud estimada de 1,516.0 km comprendido entre Abancay, Cusco, Sicuani, Ayaviri, Juliaca y Puno con una calzada de 3,60 m por carril como mínimo*
- *en el cual están contenidas cruces y pasos vehiculares a nivel, en zonas urbanas, se cuenta con dispositivos de control de seguridad vial los cuales regulan las velocidades de operación otorgando mayor seguridad a los usuarios.*
- Demanda Vehicular: al ser la carretera principal de la ciudad de Izcuchaca se tiene un flujo vehicular constante para cada intersección con más de 1000 veh/día.
- Composición Vehicular: La composición vehicular es variada conteniendo vehículos de mayor tonelaje entre camiones de 3 ejes. Trailers de 6 ejes, buses de 3 y 2 ejes, camionetas pick up, station Wagon, camionetas tipo panel, camionetas tipo rural y autos.
- Velocidad de tránsito vehicular

3.3.2. Muestra

3.3.2.1. Descripción de la muestra

La muestra seleccionada para esta presente investigación fueron las **13 intersecciones semaforizadas** demarcadas dentro de la Av. Jaquijahuana de la ciudad de Izcuchaca.

La muestra a analizar en esta presente investigación se determinada mediante:

Características de tránsito y la circulación: Datos obtenidos del tránsito vehicular mediante aforos manuales durante 24 horas diarias, del sistema vial en estudio para determinar el volumen, velocidad, composición y distribución direccional del tránsito.

Características físicas: Datos obtenidos de los componentes referentes a pendientes, número de carriles, ancho de carriles, longitud y pendiente del tramo.

Características de los sistemas de control: Características y configuración de los sistemas semafóricos que regulan la circulación vehicular y que serán modificados en la fase de propuesta.



3.3.2.2. Cuantificación de la muestra

Para Hernández, R. y otros, “La muestra es un subconjunto de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población.” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014, pág. 173)

Tabla. 9 Intersecciones de vía

ITEM	TRANSICION – INTERSECCIÓN		SEMAFORIZADA
	Calle/Jiron/Avenida	Calle/Jiron/Avenida	
1	PE-3S	Los Andes	Si
2	Jaquijahuana	Los Angeles	Si
3	PE-3S	Jaquijahuana	Si
4	Jaquijahuana	Lima	Si
5	Jaquijahuana	Breña	Si
6	Jaquijahuana	Tarapaca	Si
7	Jaquijahuana	Arica	Si
8	Jaquijahuana	24 de Diciembre	Si
9	Jaquijahuana	2 de Julio	Si
10	Jaquijahuana	Plaza	Si
11	Jaquijahuana	Plaza	Si
12	Jaquijahuana	Inmaculada	Si
13	PE-3S	Coliseo	Si

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2.3. Método de muestreo

Se utilizó el método NO PROBABILÍSTICO. Realizando las siguiente acciones:

- Se delimitó el sistema vial como un conjunto de intersecciones a analizar los cuales están ubicadas en la ciudad de Izcuchaca, provincia de Anta.
- Se tomaron los datos de los vehículos que se encontraban en circulación.
- Se realizó el levantamiento e inventario vial vía en estudio

3.3.2.4. Criterios de evaluación de la muestra

Se evaluaron las trece intersecciones mediante los criterios expuestos por, Highway Capacity Manual 2016 (TRB, 2016) y software Synchro 11 el cual tiene incorporado el HCM 2010:

- Determinación de las características geométricas de la vía.
- Determinación de las características del tránsito y circulación.
- Determinación de las características semafóricas establecidas en la vía.
- Determinación del nivel de servicio y capacidad vial.



3.3.3. Criterios de Inclusión

Los criterios a determinar el siguiente análisis fueron los siguientes:

- Intersecciones viales que estén dentro del sistema de intersecciones semaforizadas y no semaforizada.
- Intersecciones viales que enlacen los sistemas viales más importantes de la ciudad de Izcuchaca.
- Intersecciones viales con gran flujo vehicular (demanda).
- Intersecciones viales que ofrezcan mayor capacidad vial (oferta).

3.4. Instrumentos

3.4.1. Instrumentos metodológicos o instrumentos de recolección de datos

3.4.1.1. Ficha para la determinación del aforo vehicular

Con el apoyo de esta ficha se logró determinar el número de vehículos que circulan en las intersecciones semaforizadas y no semaforizadas en intervalos de tiempo determinado, y así también lograr clasificarlos según el tipo de vehículo que circula por la vía en estudio.

Tabla. 10 ficha para conteo o aforo vehicular

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR													
UBICACIÓN						SENTIDO		DIA					
PTO. DE CONFLICTO						DIA		TURNO					
PERSONA QUE AFORO						TURNO		MAYOR					
HORA	Auto móvil	Station Wagon	Cmlo Pickup	Cmlo Rural	Micro	Omnibus		Camion				Moto	
						2E LIGERO	2E PESADO	2E	3E	4E	5E	6E	Moto
7:00	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		∩								<input checked="" type="checkbox"/>
7:15 h.m	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	∩									<input type="checkbox"/>
7:15	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	∩									<input type="checkbox"/>
7:30 h.m	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	∩									<input type="checkbox"/>
TOTAL													

Ing. Juan Fernando Pérez Mestayer
INGENIERO CIVIL
CIP: 85097

Fuente: Elaboración propia



3.4.1.2. *Ficha de características geométricas de la vía.*

Permitió levantar y tomar apuntes del inventario de la vía y las condiciones geométricas y de circulación desarrolladas en ella

Tabla. 11 Ficha para el levantamiento de características geométricas y anotaciones

CONDICIONES GEOMÉTRICAS Y DE CIRCULACIÓN						
ACCESO HACIA EL	NÚMERO DE CARRIL	ANCHO DE CARRIL (m)	V. PESADOS (veh)	GIROS IZQ. (veh)	LONGITUD DE COLA (veh)	TIPO DE LLEGADA
NORTE						
SUR						
ESTE						
OESTE						
ACCESO HACIA EL	PENDIENTE (%)	ESTACIONAMIENTO		PARADEROS		FLUJO PEATONAL
		S O N	Nm	S o N	Autobuses	
NORTE						
SUR						
ESTE						
OESTE						

Fuente: Elaboración propia

Tabla. 12 Ficha para anotar características semafóricas y giros

ACCESO HACIA EL	MOV.	CICLO SEMAFÓRICO				
		VERDE	AMBAR	ALL RED	PERMITIDO	EXCLUSIV.
NORTE						
SUR						
ESTE						
OESTE						

Fuente: Elaboración propia



3.4.2. Instrumentos de Ingeniería y software utilizado

3.4.2.1. Cámara Filmadora, Cámara Fotográfica de celular, Cinta métrica, Eclímetro y estación total.

Estos instrumentos se usaron para el levantamiento de información tanto topográfico y de flujo vehicular y peatonal, cabe recalcar que se instaló una cámara Go pro con su respectivo trípode estratégicamente ubicado con la finalidad de registrar los movimientos vehiculares en hora pico.

Figura. 39 Gopro Hero8



Fuente: Propia

Figura. 40 Cámara de celular



Fuente: Propia

Figura. 41 Cinta métrica de 100 metros



Fuente: Propia

Figura. 42 Estación total trimble M3



Fuente: Propia



Figura. 43 Eclímetro

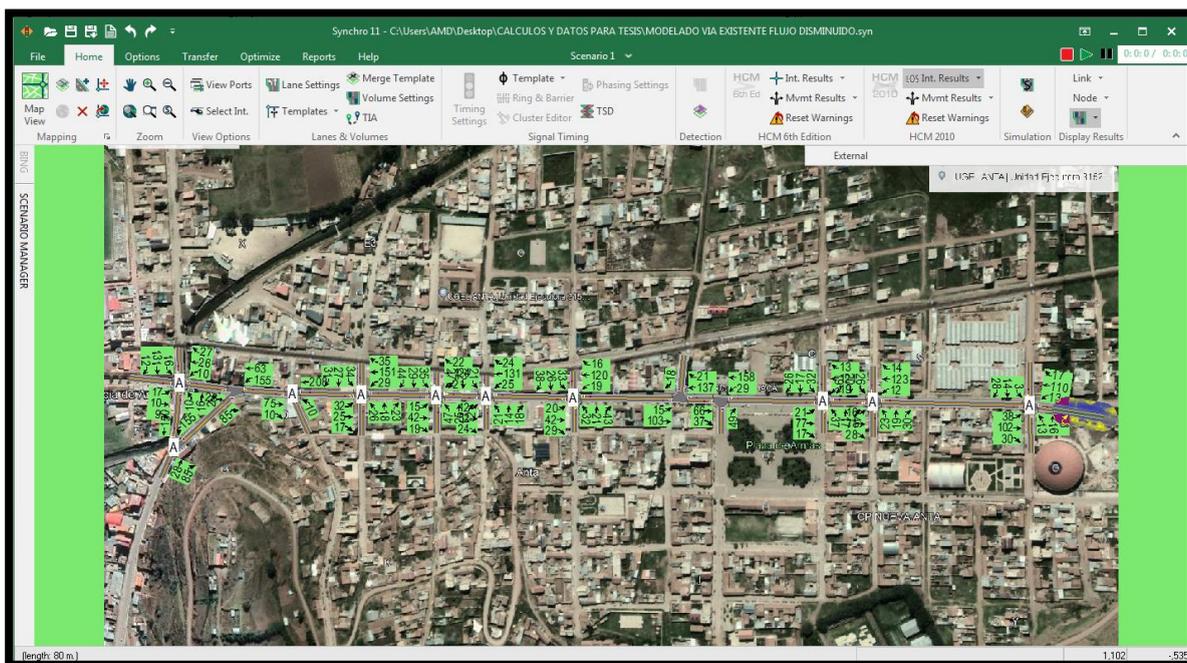


Fuente: Propia

3.4.2.2. Synchro 11.

Synchro es un software Trafficware que permite modelar, optimizar, gestionar y simular los tiempos de semáforos en intersecciones y arterias viales a un nivel macroscópico. Para el cálculo de la relación volumen-capacidad (v/c), Synchro incorpora todos los ajustes y estimaciones del Highway Capacity Manual 2016, pero adicionalmente provee un método alternativo denominado ICU (Intersection Capacity Utilization) y también determinar el nivel de servicio.

Figura. 44 Captura de pantalla de Software Synchro 11

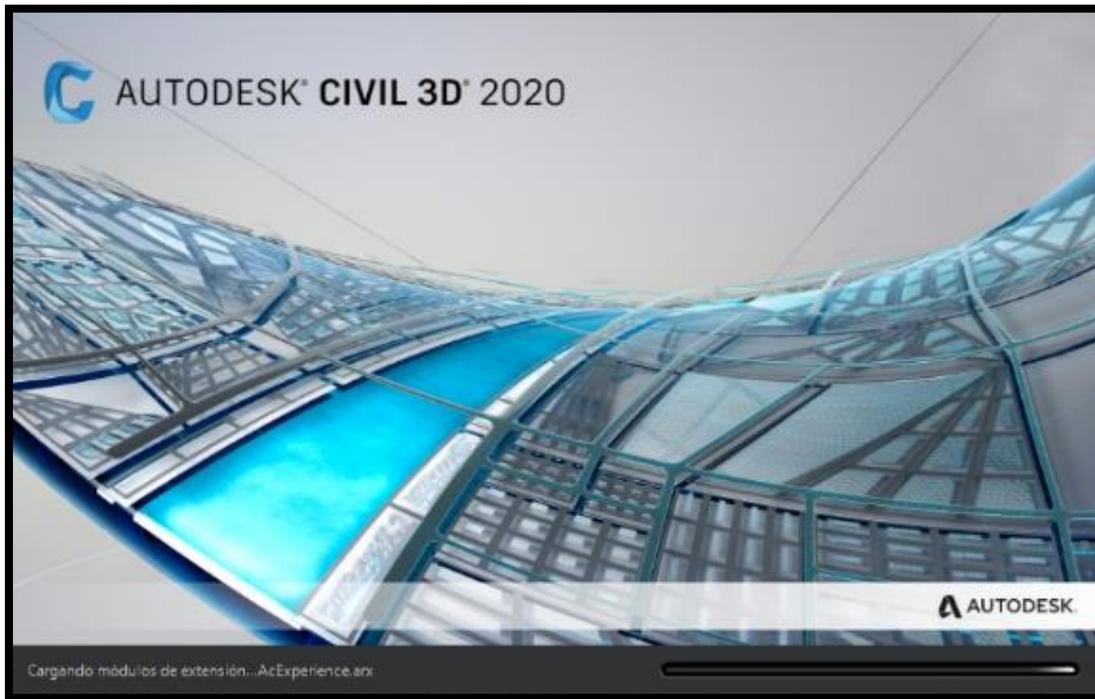


Fuente: propia

3.4.2.3. Software de apoyo: autodesk Civil 3D.

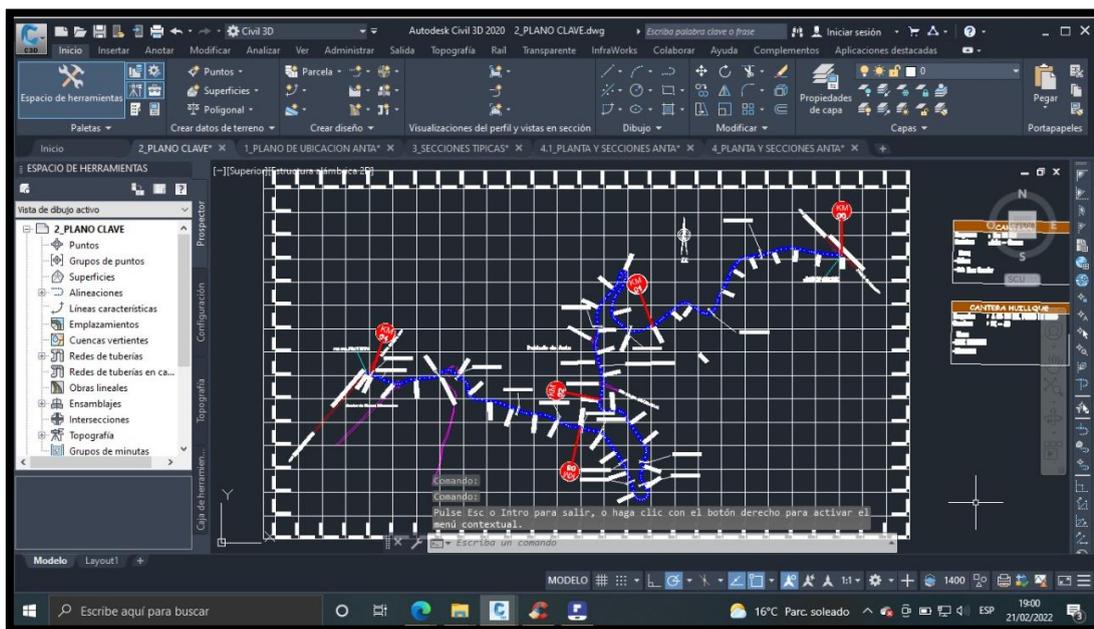
Instrumento utilizado para procesar los datos obtenidos por la estación total en el proceso del levantamiento topográfico de la infraestructura vial. Con el cual se obtuvo graficos y valores como pendientes, perfiles longitudinales, %bombeo, secciones transversales, etc.

Figura. 45 Captura de pantalla del Software Civil 3D



Fuente: Software Autodesk Civil 3D

Figura. 46 Captura de pantalla del Software Civil 3D



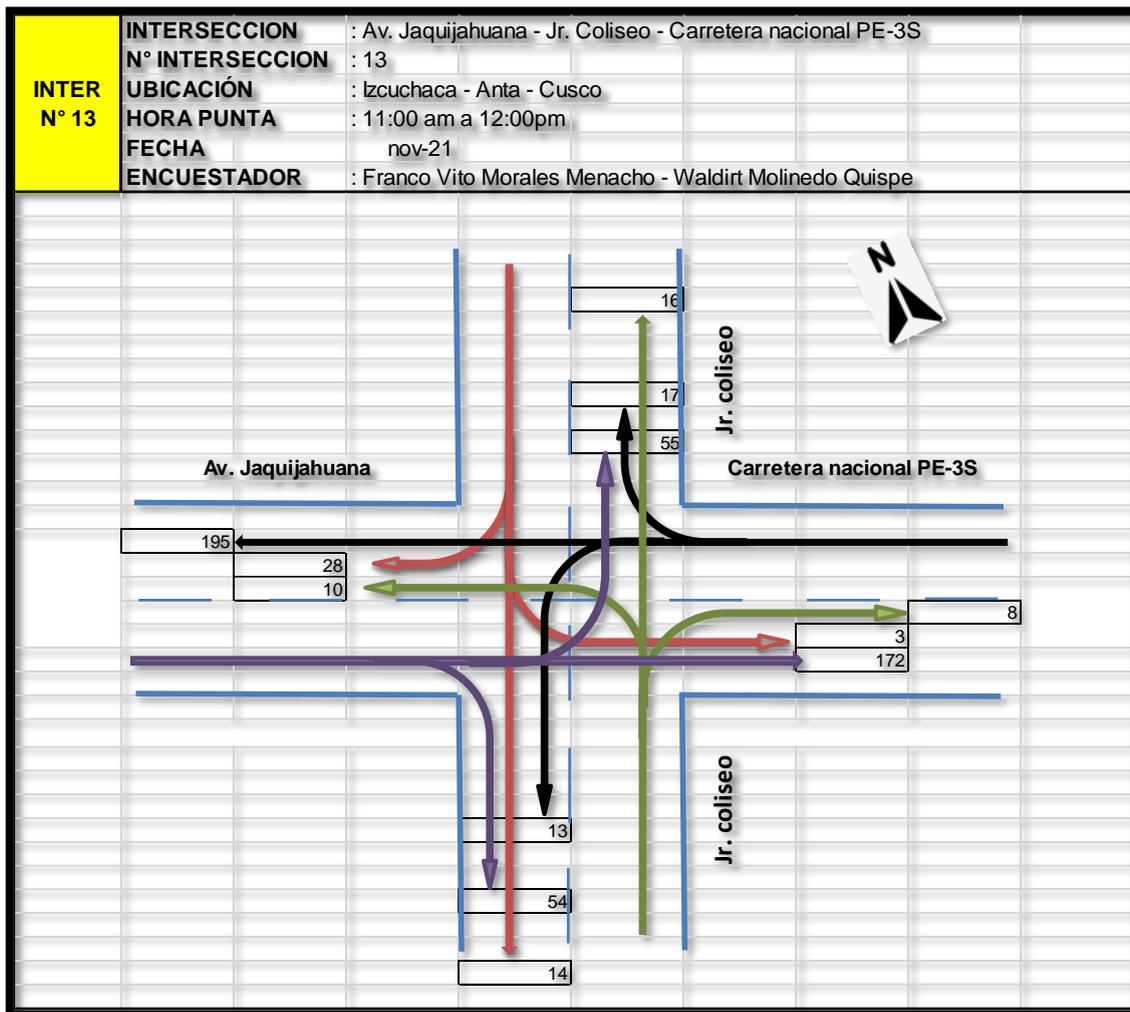
Fuente: Software Autodesk Civil 3D

3.5. Procedimientos de Recolección de Datos

3.5.1. Codificación de Movimientos Vehiculares

Se procedió a la identificar los sentidos de circulación con la finalidad de unificar los movimientos vehiculares y codificar los ramales de ingreso a cada intersección, gracias a ello lograr realizar el procesamiento de datos. Hecho ello se llegó a realizar el siguiente flujograma el cual fue desarrollado para las 13 intersecciones en estudio y análisis.

Figura. 47 Flujograma de codificación de movimientos vehiculares



Fuente: Elaboración Propia

3.5.2. Registro Fílmico

Para lograr obtener el resultado del aforo vehicular preciso este se desarrolló durante los siete días de la semana, de tal manera que se pudo estudiar el comportamiento del flujo vehicular en cada intersección y así poder determinar el día considerado como representativo.



Se realizó los registros fílmicos en los periodos de: 11:00 am – 12:00 pm. (Hora Punta) Se procuró tener información detallada en ese periodo de tiempo y así obtener información no errónea de la vía y sus condiciones de mayor flujo vehicular.

Se indica que los aforos vehiculares y peatonales se realizaron en el mes de noviembre del 2021.

Con la visualización del registro fílmico se procedió a evaluar cada movimiento vehicular y peatonal filmado en campo, para luego registrarlos en las fichas de aforo, posteriormente cargar a nuestra hoja de cálculo.

3.5.3. Recolección de volúmenes vehiculares.

Se desarrolló dicha labor para poder obtener la cantidad de vehículos que circulan por la vía en estudio y lograr determinar a la vez la capacidad vial y el nivel de servicio que presentan las intersecciones semaforizadas y no semaforizadas del sistema vial de la ciudad de Izcuchaca y sus vías aledañas, por medio de esta práctica (aforo vehicular peatonal) se obtuvo:

Clasificación vehicular (livianos, pesados).

- Puntos de conflicto en las intersecciones
- Movimientos direccionales en las intersecciones en intervalos de tiempo.
- Volúmenes vehiculares y peatonales

Tabla. 13 Formato para clasificación vehicular y aforo

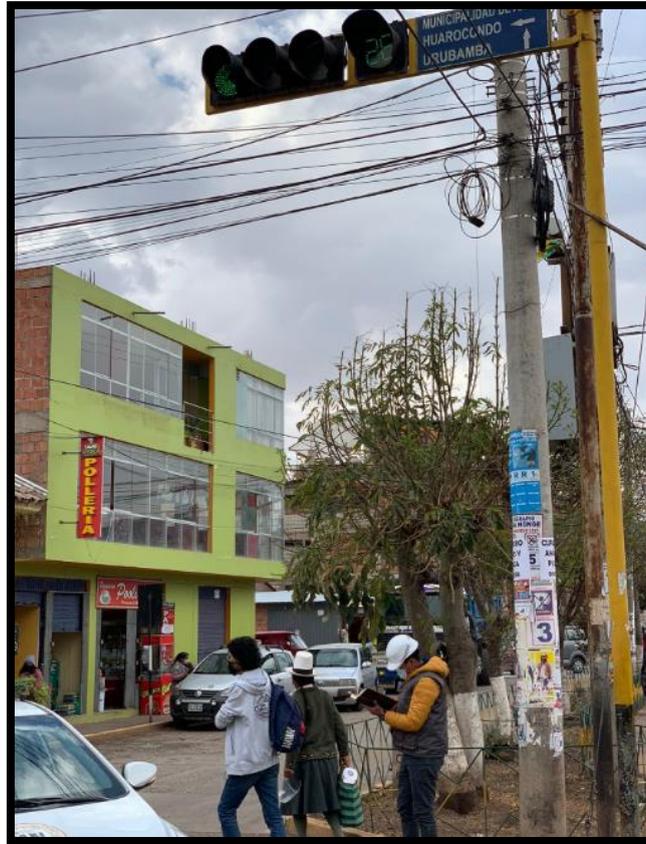
PERÚ		MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones		Viceministerio de Transportes		Provincias Descentralizadas		FORMATO N° 1												
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR																				
TESIS "ANÁLISIS DE LA CIRCULACION VEHICULAR Y PROPUESTA DE SOLUCION EN LA CIUDAD DE IZCUCHACA, PROVINCIA DE ANTA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"																				
TRAMO DE LA CARRETERA		VIA DE EVITAMIENTO				ESTACION														
SENTIDO		E ←				S →														
UBICACION		Distrito de Anta				CODIGO DE LA ESTACION														
						DIA Y FECHA														
						Domingo 28 11 2021														
HORA	SENTO	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	BUS		CAMION		SEMI TRAYLER			TRAYLER					
DIGRA. VEH.								2 E	>+3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>+4 3S3	2T2	2T3	3T2	>+3T3
00	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01	S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01	E	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02	S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02	E	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03	S	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03	E	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04	S	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04	E	13	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
05	S	14	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05	E	35	7	4	1	9	0	1	0	4	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0
06	S	39	3	3	4	9	0	1	0	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

ENCUESTADOR : FRANCO VITO MORALES MENACHO - WALDIRT MOLINEDO QUISPE

Fuente: Elaboración propia usando formato del MTC (formato N°01)



Figura. 48 Recolección de datos punto de conflicto Intersección N°2 Av. Jaquijahuana – Jr. Los Angeles



Fuente: Propia

Figura. 49 Recolección de datos punto de conflicto Intersección N°6 Av. Jaquijahuana – Jr. Tarapaca



Fuente: Propia



Figura. 50 Recolección de datos de los movimientos direccionales en las intersecciones semaforizadas en intervalos de tiempo. Intersección N°8 Av. Jaquijahuana – Jr. 24 de diciembre



Fuente: Propia

Figura. 51 Recolección de datos de volumen vehicular y/o aforo en todas las intersecciones



Fuente: Propia



El ensayo de volúmenes vehiculares (aforo vehicular) estuvo netamente encaminado a:

- Cálculo de demanda de tránsito vehicular que circula la Av. Jaquijahuana, durante un periodo determinado. (Hora pico)

3.5.4. Recolección de características de la vía tanto semafóricas y geométricas.

Se realizó el levantamiento topográfico respectivo e inventario vial, así mismo se determinó los tiempos en verde, ámbar y rojo en cada semáforo considerando una serie de características las cuales fueron las siguientes:

- Sentido de circulación vehicular
- Ancho de calzada de la vía
- Pendiente de calzada (%)
- N° de carriles tanto de subida y bajada
- Características semafóricas y giros

Figura. 52 medida de ancho de calzada y carril



Fuente: Propia



Figura. 53 Medida de pendiente de calzada



Fuente: Propia

Figura. 54 Levantamiento topográfico



Fuente: Propia



Los datos fueron obtenidos en campo haciendo mediciones directas a la infraestructura vial también se realizó el levantamiento topográfico para obtener valores exactos y luego ser procesados los planos correspondientes. En tanto respecto al aforo vehicular y peatonal se realizó apoyándonos de los registros fílmicos y conteo visual así mismo la cantidad de giros por dirección en cada intersección (de frente, izquierda, derecha) fueron anotados en la ficha correspondiente de características geométricas:

Tabla. 14 Ficha de características geométricas y semafóricas, Intersección N° 01

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		FECHA				CONDICIONES GEOMETRICAS Y DE CIRCULACION							
INTERSECCION		AREA	CBD			ACCESO HACIA EL	NUMERO DE	ANCHO CARRIL	V. PESADOS	GIROS IZQ. (veh)	LONGITUD DE COLA	TIPO DE LLEGADA	
PROYECTO	"ANALISIS DE LA CIRCULACION VEHICULAR Y PROPUESTA DE SOLUCION EN LA CIUDAD DE IZCUCHACA, PROVINCIA DE ANTA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"												
	NORTE	1	3.55	SI									
		2	3.55	SI	179								
	SUR	5	3	SI									
		6	3	SI									
	ESTE	3	3	SI	248								
		4	3	SI									
	OESTE	7			145								
		8											
	ACCESO HACIA EL	PENDIE NTE (%)	ESTACIONAMIENTO		PARADEROS		FLUJO PEATONAL						
			S o N	Nm	S o N	Autobuses							
	NORTE	3.00%	N	0	NO								
	SUR	4.00%	N	0	NO								
	ESTE	2.00%	N	0	NO								
	OESTE	3.00%	N	0	NO								
	ACCESO HACIA EL	MOV.	CICLO SEMAFÓRICO										
			VERDE	AMBAR	ALL RED	PERMITIDO	EXCLUSIVO						
NORTE	2	35	3	56									
SUR	5	20	3	71									
	6												
ESTE	7	25	3	67									
	8												
OESTE	4	40	3	20									
	3												

Fuente: Elaboración propia

3.6. Procedimientos para el Análisis de Datos

3.6.1. Determinación de la variación horaria y diaria vehicular - peatonal

3.6.1.1. Variación horaria vehicular

Es donde se registra la distribución horaria de los volúmenes vehiculares, para determinación de la hora con mayor demanda (hora pico).

Tabla. 15 Variación horaria de volumen vehicular

VOLUMEN DE TRAFICO HORARIO DE LUNES A DOMINGO EN DETERMINADA HORA MOSTRADA (AMBOS SENTIDOS)																					
TESIS "ANÁLISIS DE LA CIRCULACION VEHICULAR Y PROPUESTA DE SOLUCION EN LA CIUDAD DE IZCUCHACA, PROVINCIA DE ANTA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"																					
HORA DE LUNES A DOMINGO	AUTO	STATION				MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL VEH/SEM	PORC. %
		WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL (Combi)		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	16	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	0.05
01-02	28	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	0.09
02-03	53	7	1	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66	0.19
03-04	112	24	12	-	-	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	168	0.48
04-05	185	86	43	13	-	-	1	-	57	1	1	-	-	-	-	8	-	-	-	395	1.14
05-06	479	152	78	39	102	-	25	2	120	9	2	-	1	2	19	-	-	-	-	1,030	2.97
06-07	1,188	307	164	86	210	-	59	10	243	24	5	1	4	7	43	1	-	-	-	2,352	6.78
07-08	1,244	266	172	109	204	3	65	17	187	31	2	5	-	7	58	1	-	-	-	2,374	6.85
08-09	1,215	362	179	120	268	2	51	10	217	45	1	-	1	1	48	-	-	-	-	2,520	7.27
09-10	1,191	367	195	150	254	2	48	34	204	33	1	1	-	1	46	-	2	1	-	2,530	7.30
10-11	1,376	282	188	94	299	2	32	29	267	34	2	1	2	6	39	-	-	3	-	2,656	7.66
11-12	1,400	399	190	74	327	2	39	32	275	40	2	2	3	11	57	-	4	1	-	2,858	8.24
12-13	1,189	308	164	66	281	-	34	31	265	43	4	4	2	7	47	-	3	2	-	2,452	7.07
13-14	1,462	286	162	80	242	-	30	45	220	57	-	3	-	3	57	3	4	5	-	2,659	7.67
14-15	1,454	273	161	83	277	7	53	56	214	48	4	-	-	4	66	1	-	1	4	2,706	7.80
15-16	1,235	224	171	79	255	3	33	26	194	58	-	2	-	8	70	1	-	1	2	2,362	6.81
16-17	1,300	226	159	95	245	2	44	37	221	54	-	1	3	4	55	-	-	1	1	2,448	7.06
17-18	1,262	268	189	106	227	2	61	47	180	39	2	3	1	4	65	2	5	2	1	2,466	7.11
18-19	736	130	99	43	150	1	15	9	113	29	-	-	-	-	37	-	-	-	-	1,362	3.93
19-20	364	60	48	19	74	-	4	1	53	10	-	-	-	-	14	-	-	-	-	647	1.87
20-21	178	28	20	4	34	-	-	-	23	1	-	-	-	-	4	-	-	-	-	292	0.84
21-22	118	17	13	2	16	-	-	-	13	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	181	0.52
22-23	69	2	3	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	79	0.23
23-24	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	0.09
TOTAL VEH/SEM	17,885	4,076	2,411	1,264	3,465	26	594	386	3,097	556	26	23	17	65	735	9	18	17	11	34,681	100.00
%	51.57	11.75	6.95	3.64	9.99	0.07	1.71	1.11	8.93	1.60	0.07	0.07	0.05	0.19	2.12	0.03	0.05	0.05	0.03	100.00	
VOLUMEN DE TRAFICO EN HORA PICO 11AM A 12PM (VALOR PARA MODELADO EN SYNCHRO - ENTRADA Y SALIDA FLUJOGRAMA VEHICULAR)																					
11-12 HORAS	200	57	27	11	47	0	6	5	39	6	0	0	0	2	8	-	1	0	-	408	veh/hora

Fuente: Elaboración Propia

Tabla. 16 Volumen vehicular hora pico

TRAFICO VEHICULAR DE 11AM A 12PM INDICE PICO HORARIO (IPH) (Veh/hora) HORA PICO PARA SYNCHRO DATO PARA FLUJOGRAMA		
Tipo de Vehículos	IPH	Distrib. %
Autos	200	49.05%
Station Wagon	57	13.98%
Camioneta Pick Up	27	6.66%
Panel	11	2.59%
Rural (Combi)	47	11.46%
Micro	0	0.07%
Omnibus 2E y 3E	10	2.49%
Camión 2E	39	9.64%
Camión 3E	6	1.40%
Camión 4E	0	0.07%
Semi trayler	10	2.45%
Trayler	1	0.14%
TOTAL IPH	408	100.00%

Fuente: Elaboración Propia



3.6.1.2. Variación horaria peatonal

Es donde se registra la distribución horaria de los volúmenes peatonales, en horas pico, estos valores se usaran para determinar la incidencia de la demanda peatonal y nivel de servicio de las veredas y cruces peatonales, dichos resultados se demuestran en la siguiente tabla.

Tabla. 17 Variación horaria de volumen peatonal

N°	PUNTOS DE AFORO	DURANTE LA MAÑANA		DURANTE LA TARDE		DURANTE LA NOCHE	
		HORA PUNTA	VOLUMEN PEATONAL	HORA PUNTA	VOLUMEN PEATONAL	HORA PUNTA	VOLUMEN PEATONAL
1	PE-3S con Los Andes	7:30-8:30	108	12:00-13:00	110	19:00-20:00	132
2	Jaquijahuana con Los Angeles	7:30-8:30	97	12:00-13:00	114	19:00-20:00	142
3	PE-3S con Jaquijahuana	7:30-8:30	122	12:00-13:00	132	19:00-20:00	158
4	Jaquijahuana con Lima	7:30-8:30	153	12:00-13:00	174	19:00-20:00	169
5	Jaquijahuana con Breña	7:30-8:30	164	12:00-13:00	152	19:00-20:00	163
6	Jaquijahuana con Tarapaca	7:30-8:30	155	12:00-13:00	191	19:00-20:00	122
7	Jaquijahuana con Los Arica	7:30-8:30	183	12:00-13:00	165	19:00-20:00	187
8	Jaquijahuana con 24 de diciembre	7:30-8:30	121	12:00-13:00	185	19:00-20:00	198
9	Jaquijahuana con 2 de Julio	7:30-8:30	146	12:00-13:00	142	19:00-20:00	144
10	Jaquijahuana con Plaza	7:30-8:30	164	12:00-13:00	114	19:00-20:00	165
11	Jaquijahuana con Plaza	7:30-8:30	185	12:00-13:00	132	19:00-20:00	185
12	Jaquijahuana con Inmaculada	7:30-8:30	131	12:00-13:00	96	19:00-20:00	133
13	PE-3S con Coliseo	7:30-8:30	98	12:00-13:00	404	19:00-20:00	666
AFORO PEATONAL TOTAL		7:30-8:30	1827	12:00-13:00	2111	19:00-20:00	2564
PROMEDIO AFORO PEATONAL (HORAS PICO)		2167		peatones			

Fuente: Elaboración Propia

3.6.1.3. Calculo de nivel de servicio e incidencia de la demanda peatonal

Tabla. 18 Nivel de servicio e incidencia peatonal

N° INTERSECCION	RESUMEN NIVELES DE SERVICIO E INCIDENCIA PEATONAL							N° INTERSECCION	RESUMEN NIVELES DE SERVICIO E INCIDENCIA PEATONAL						
	TURNOS	SUPERFICIE (m2/p)	INCIDENCIA (p/min/m)	NIVEL DE SERVICIO NDS	NIVEL DE SERVICIO EN TODO EL DIA		TURNOS		SUPERFICIE (m2/p)	INCIDENCIA (p/min/m)	NIVEL DE SERVICIO NDS	NIVEL DE SERVICIO EN TODO EL DIA			
1	PE-3S con Los Andes							8	Jaquijahuana con 24 de diciembre						
	MAÑANA	M	6.26	17.89	B	21.44	C		MAÑANA	M	6.88	17.82	B	21.25	C
	TARDE	M	5.85	16.71	B				TARDE	M	5.21	16.48	B		
NOCHE	M	3.21	29.73	C	NOCHE			M	3.44	29.44	C				
2	Jaquijahuana con Los Angeles							9	Jaquijahuana con 2 de Julio						
	MAÑANA	M	6.32	17.44	B	21.03	C		MAÑANA	M	6.26	17.22	B	20.96	C
	TARDE	M	5.23	16.21	B				TARDE	M	5.85	16.11	B		
NOCHE	M	3.56	29.45	C	NOCHE			M	3.21	29.55	C				
3	PE-3S con Jaquijahuana							10	Jaquijahuana con Plaza						
	MAÑANA	M	6.21	17.22	B	20.97	C		MAÑANA	M	6.26	17.23	B	20.99	C
	TARDE	M	5.78	16.21	B				TARDE	M	5.85	16.28	B		
NOCHE	M	3.11	29.47	C	NOCHE			M	3.21	29.47	C				
4	Jaquijahuana con Lima							11	Jaquijahuana con Plaza						
	MAÑANA	M	6.41	17.45	B	21.01	C		MAÑANA	M	6.22	17.22	B	21.28	C
	TARDE	M	5.23	16.28	B				TARDE	M	5.28	16.87	B		
NOCHE	M	3.23	29.31	C	NOCHE			M	3.61	29.74	C				
5	Jaquijahuana con Breña							12	Jaquijahuana con Inmaculada						
	MAÑANA	M	6.33	17.14	B	21.00	C		MAÑANA	M	6.84	17.22	B	20.93	C
	TARDE	M	5.87	16.22	B				TARDE	M	5.88	16.23	B		
NOCHE	M	3.98	29.63	C	NOCHE			M	3.14	29.33	C				
6	Jaquijahuana con Tarapaca							13	PE-3S con Coliseo						
	MAÑANA	M	6.11	17.1	B	20.99	C		MAÑANA	M	6.37	17.55	B	21.06	C
	TARDE	M	5.21	16.74	B				TARDE	M	5.88	16.41	B		
NOCHE	M	3.74	29.14	C	NOCHE			M	3.11	29.21	C				
7	Jaquijahuana con Los Arica														
	MAÑANA	M	6.22	17.55	B	21.10	C								
	TARDE	M	5.78	16.44	B										
NOCHE	M	3.12	29.31	C											

Fuente: Elaboración Propia usando el software synchro 11



Determinado el nivel de servicio peatonal igual a C en todas las intersecciones, se demuestra que esta no tiene incidencia directa con la demanda y el nivel de servicio vehicular, ya que para tener incidencia en el flujo vehicular, el nivel de servicio peatonal debería ser superior a C, por ende no existe incidencia sin en la presente investigación se determinara el nivel de servicio una vez desviado parte del flujo vehicular a la vía propuesta y así determinar el nuevo nivel de servicio peatonal y hacer el comparativo correspondiente.

3.6.1.4. Variación diaria vehicular

En la que registra la distribución diaria de los volúmenes vehiculares, valores que permiten determinar el índice medio diario.

Tabla. 19 Variación diaria del volumen vehicular

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO																					
TESIS "ANÁLISIS DE LA CIRCULACION VEHICULAR Y PROPUESTA DE SOLUCION EN LA CIUDAD DE IZCUCHACA, PROVINCIA DE ANTA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"																					
Tramo de la Carretera Via de Evitamiento															Ubicacion		Distrito de Anta				
Cod Estación E-1															Sentido		Ambos				
Estación 1															Dia		Lunes a Domingo				
HORA	AUTO	STATION				MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
		WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL (Combi)		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
LUNES	1462	387	355	272	435	0	24	56	310	70	8	0	4	5	100	2	0	5	1	3496	10.08
MARTES	2360	776	397	220	265	3	175	57	379	78	4	7	9	5	99	0	1	1	0	4836	13.94
MIERCOLES	2640	720	292	152	267	2	185	63	417	127	9	4	3	12	116	1	2	4	2	5018	14.47
JUEVES	2544	545	302	137	627	2	74	52	637	80	1	4	0	9	103	1	6	2	3	5129	14.79
VIERNES	3179	679	381	159	775	2	81	56	784	86	1	4	0	8	119	1	6	2	3	6326	18.24
SABADO	2371	422	303	152	482	1	21	62	338	89	1	2	1	17	115	1	0	1	1	4380	12.63
DOMINGO	3329	547	381	172	614	16	34	40	232	26	2	2	0	9	83	3	3	2	1	5496	15.85
TOTAL	17885	4076	2411	1264	3465	26	594	386	3097	556	26	23	17	65	735	9	18	17	11	34681	100.00
IMD	2555	582	344	181	495	4	85	55	442	79	4	3	2	9	105	1	3	2	2	4953	
%	51.57	11.75	6.95	3.64	9.99	0.07	1.71	1.11	8.93	1.60	0.07	0.07	0.05	0.19	2.12	0.03	0.05	0.05	0.03	100.00	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla. 20 Variación diaria del volumen vehicular IMD corregido

TRAFICO VEHICULAR IMD Sin Corrección (Veh/dia)			CALCULO DEL IMD Resumen de Metodología		TRAFICO VEHICULAR TOTAL (VIA EXISTENTE) IMD Corregido (Veh/dia)		
Tipo de Vehículos	IMD	Distrib. %	$IMD = \frac{VS}{7}$		Tipo de Vehículos	IMD	Distrib. %
Autos	2555	51.6%	VS = Volumen Promedio Semanal		Autos	2637	51.1%
Station Wagon	582	11.8%			Fc Veh. Ligeros = 1.032053	Station Wagon	601
Camioneta Pick Up	344	6.9%	Fc Veh. Pesados = 1.098533		Camioneta Pick Up	355	6.9%
Panel	181	3.7%	$IMD = \frac{5156}{1,881,940} \text{ Vehiculos por dia V. x año}$		Panel	187	3.6%
Rural (Combi)	495	10.0%			Rural (Combi)	511	9.9%
Micro	4	0.1%			Micro	4	0.1%
Omnibus 2E y 3E	140	2.8%			Omnibus 2E y 3E	144	2.8%
Camión 2E	442	8.9%			Camión 2E	486	9.4%
Camión 3E	79	1.6%			Camión 3E	87	1.7%
Camión 4E	4	0.1%			Camión 4E	4	0.1%
Semi trayler	119	2.4%			Semi trayler	131	2.5%
Trayler	8	0.2%			Trayler	9	0.2%
TOTAL IMD	4953	100.0%			(IMD) TOTAL VIA EXIS	5156	100.0%

Fuente: Elaboración Propia



3.6.1.5. Accidentes de tránsito y peligrosidad de vía (carretera PE-3S - Jaquijahuana)

En la que registra la distribución mensual de la cantidad de accidentes de tránsito ocurridos en la carretera PE-3S (Av. Jaquijahuana), valores que permiten determinar el índice mensual y anual de acontecimientos y peligrosidad de la carretera por la cual actualmente vienen transitando las unidades vehiculares. Dicho valor total fue de 36 accidentes, 28 accidentes con daños materiales, 4 accidentes con consecuencia fatal y 6 accidentes con lesiones personales. Demostando ser esta vía con un nivel de peligrosidad baja ya que no supera los 100 accidentes por año según lo estipula el MTC.

Tabla. 21 índice mensual y anual de accidentes de tránsito

COMISARIA DE ANTA													
ACCIDENTES DE TRANSITO													
PERIODO: ENERO - DICIEMBRE 2021.													
COMISARIA ANTA	ACCIDENTES DE TRANSITO EN CARRETERA PE-3S (JAQUIJAHUANA)												
	HECHOS SUCITADOS POR MESES												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
ACCIDENTE CON DAÑOS MATERIALES	3	2		2	4		3	2	1		6	3	26
ACCIDENTE CON CONSECUENCIA FATAL		1			1						2		4
ACCIDENTE CON LESIONES PERSONALES	2						1				1	2	6
TOTAL	5	3		2	5		4	2	1		9	5	36

FUENTE: REGIONES Y FRENTE POLICIALES



SA - 30557391
Julio MOLINEDO HERRERA
SS PNP
COMISARIO

Fuente: Regiones y frentes Policiales (Comisaria de Anta)

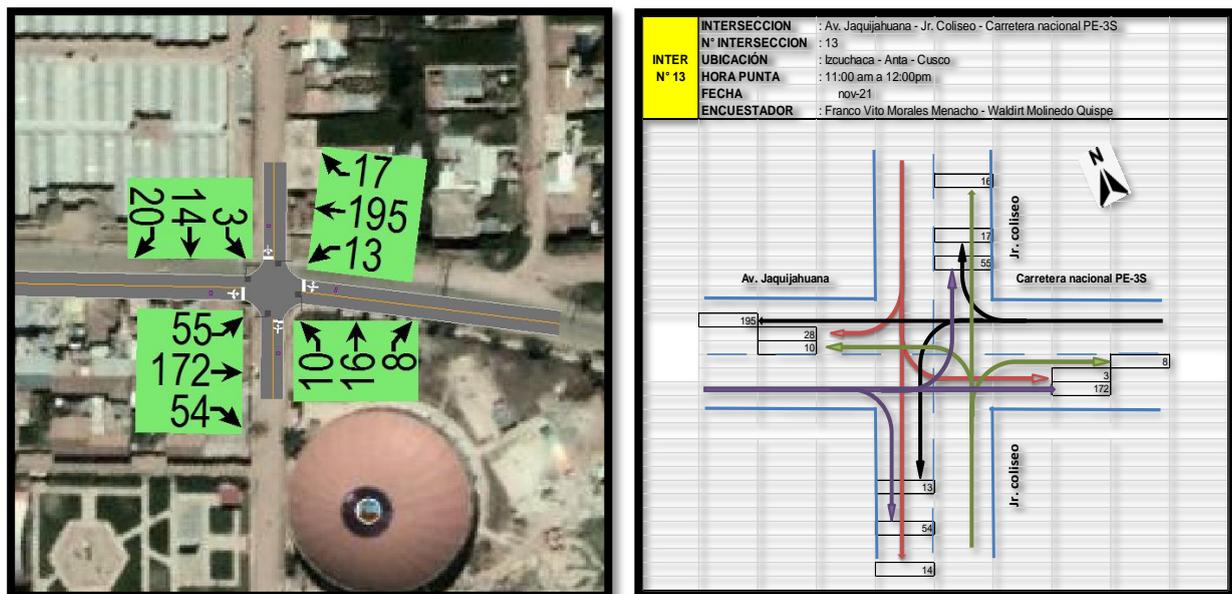
3.6.2. Determinación De Volúmenes Vehiculares por Sentido:

Figura. 55 Volúmenes Vehiculares en las Intersección según el sentido de movimiento



Fuente: Elaboración Propia usando software Synchro 11 y Google Earth

Figura. 56 Determinación de Volúmenes Vehiculares por sentido ejemplo: intersección N°13 (synchro y Excel)



Fuente: Elaboración en software Synchro 11, Excel y Google

3.6.3. Procesamiento de datos aplicando la metodología del HCM 2016 y software de simulación (Synchro 11)

A continuación, se procede a realizar el análisis de las intersecciones en su situación actual de tráfico en hora pico con el software de simulación (Synchro 11).

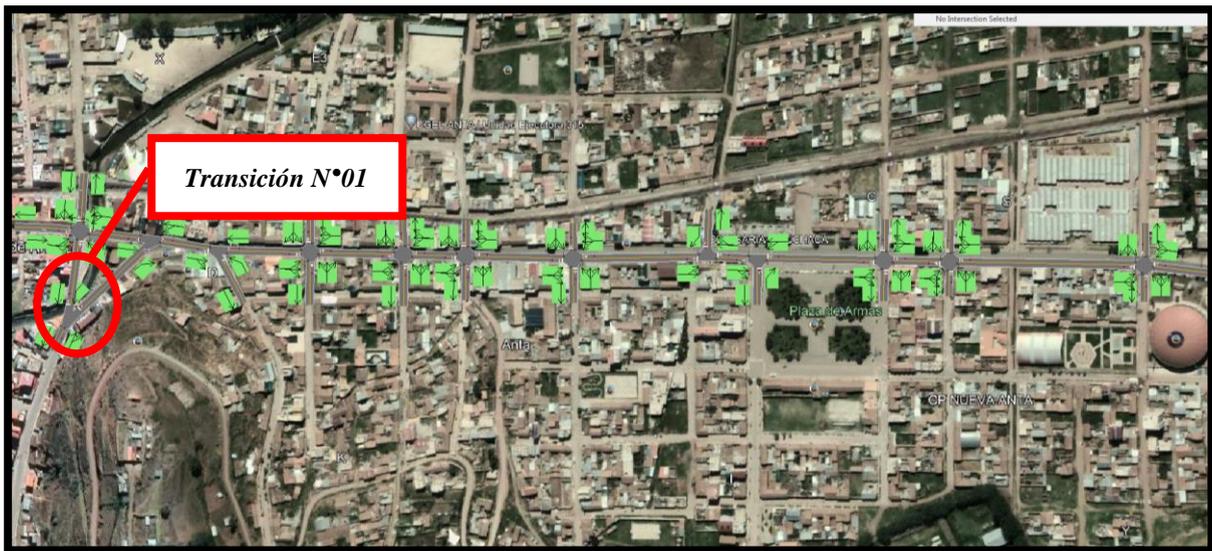
3.6.3.1. Determinación de La capacidad vial y Nivel de Servicio.

Los cálculos para determinar la capacidad vial y nivel de servicio fueron calculados y modelados mediante el software synchro 11 y actualizados mediante la versión HCM 2016.

Transición N°1 (PE-3S con Los Andes)

Paso 1: Primero se define el fondo con una foto satelital en planta de la zona del análisis tomada desde el aplicativo Google Earth anotando la escala adecuada en el programa, luego pasamos trazar las Calles e intersecciones.

Figura. 57 Vista en planta de las Intersecciones de las vías



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 2: Se definen la distribución del grupo de carriles para cada dirección de movimiento a partir de los datos del análisis de tránsito, aforo vehicular hora pico con que se ha levantado.

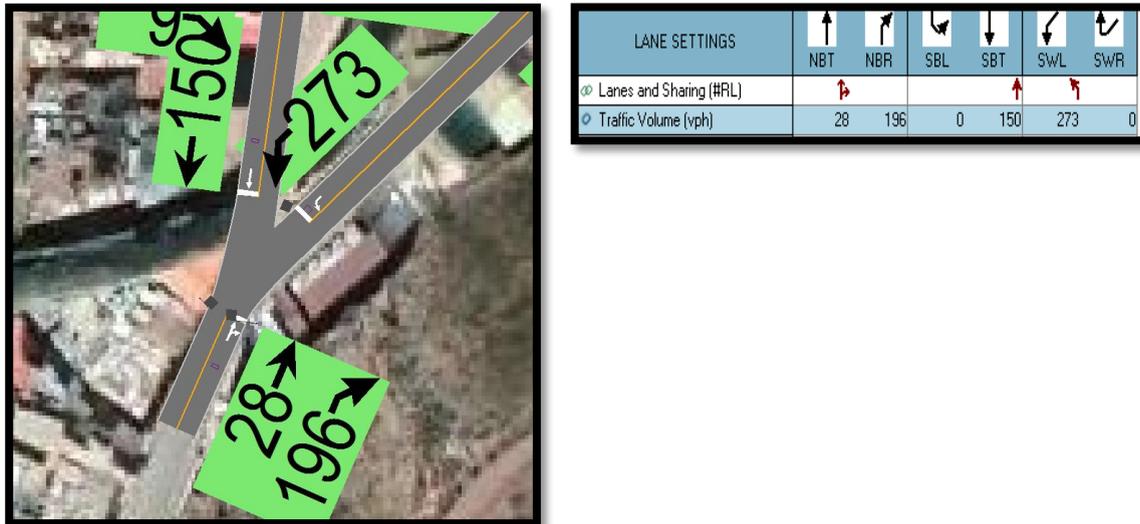
Figura. 58 Vista en planta de los movimientos y direcciones de la transición N°1



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 2: Se define los volúmenes de flujo vehicular en determinado carril ingresando estos datos al software para su procesamiento. Para tal cálculo se verifica que no existen maniobras de parqueo en dicha intersección de existir se selecciona en el software Volume Settings – adj. Parking lane, traducido al español significa carril de estacionamiento.

Figura. 59 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°1



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 3: Se define la velocidad de enlace – links speed, posteriormente se define el ancho de carril – lane width, luego se ingresa el porcentaje de grado de inclinación de la vía – grade %, luego se verifica el tipo de área de la vía – área type se selecciona CBD si el carril este aledaño a zonas comerciales o centrales de negocios.

Figura. 60 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°1



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11



Al definir todos estos valores de entrada, el software procede a realizar los cálculos solicitados. A continuación, se sustentan los resultados de la que ofrece el software de la banda de opciones LANE SETTINGS – configuración de carril, resultados conllevados para cada intersección en estudio.

Tabla. 22 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°1

LANE SETTINGS	NBT	NBR	SBL	SBT	SWL	SWR
∞ Lanes and Sharing (#RL)						
∞ Traffic Volume (vph)	28	196	0	150	273	0
∞ Future Volume (vph)	28	196	0	150	273	0
∞ Street Name						
∞ Link Distance (m)	30.7	—	—	77.4	101.5	—
∞ Links Speed (km/h)	50	—	—	50	35	—
∞ Set Arterial Name and Speed	NB	—	—	SB	SW	—
∞ Travel Time (s)	2.2	—	—	5.6	10.4	—
∞ Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
∞ Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
∞ Grade (%)	0	—	—	0	0	—
∞ Area Type CBD	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—
∞ Storage Length (m)	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0
∞ Storage Lanes (#)	—	—	—	—	—	—
∞ Right Turn Channelized	—	None	—	None	—	None
∞ Curb Radius (m)	—	—	—	—	—	—
∞ Add Lanes (#)	—	—	—	—	—	—
∞ Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
∞ Right Turn Factor	0.882	—	—	1.000	1.000	—
∞ Left Turn Factor (prot)	1.000	—	—	1.000	0.950	—
∞ Saturated Flow Rate (prot)	1479	—	—	1676	1608	—
∞ Left Turn Factor (perm)	1.000	—	—	1.000	0.950	—
∞ Right Ped Bike Factor	1.000	—	—	1.000	1.000	—
∞ Left Ped Factor	1.000	—	—	1.000	1.000	—
∞ Saturated Flow Rate (perm)	1479	—	—	1676	1608	—
∞ Right Turn on Red?	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	—	<input type="checkbox"/>
∞ Saturated Flow Rate (RTOR)	213	—	—	0	0	—
∞ Link Is Hidden	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—
∞ Hide Name in Node Title	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—

Fuente: Elaboración Syncho 11

Tabla. 23 traducción

Travel time – tiempo de viaje
Lane utilization factor – factor de utilización de carril
Right an left turn factor - Factor de giro a la derecha e izquierda
Saturated flow rate - Tasa de flujo de saturación
Right turn on rate – tasa de giro a la derecha

Fuente: Elaboración propia



A continuación, se sustenta los resultados de la que ofrece el software de la banda de opciones VOLUME SETTINSG – configuración de volumen, resultados conllevados para cada intersección en estudio.

Tabla. 24 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°1

VOLUME SETTINGS	 NBT	 NBR	 SBL	 SBT	 SWL	 SWR
∞ Lanes and Sharing (#RL)						
◊ Traffic Volume (vph)	28	196	0	150	273	0
◊ Development Volume (vph)	0	0	0	0	0	0
◊ Combined Volume (vph)	28	196	0	150	273	0
◊ Future Volume (vph)	28	196	0	150	273	0
◊ Conflicting Peds. (#/hr)	—	0	0	—	0	0
◊ Conflicting Bicycles (#/hr)	—	0	—	—	—	0
◊ Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
◊ Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
◊ Adjusted Flow (vph)	30	213	0	163	297	0
◊ Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	1	1
◊ Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0
◊ Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
◊ Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—
◊ Traffic from mid-block (%)	0	—	—	0	0	—
◊ Link OD Volumes	—	—	—	SB	SW	—
◊ Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—
◊ Lane Group Flow (vph)	243	0	0	163	297	0

Fuente: Elaboración Syncho 11

Tabla 25 traducción

Peak hour factor – factor de hora pico
Growth factor – factor de crecimiento
Right an left turn factor - Factor de giro a la derecha e izquierda
Saturated flow rate - Tasa de flujo de saturación
Right turn on rate – tasa de giro a la derecha

Fuente: Elaboración propia

Paso 4: Se introdujeron los datos del tipo de semáforos, fases, así como sus respectivos tiempos de luz verde, ámbar y roja. De esta forma el software por medio de la metodología del HCM 2016, determina la tasa de flujo de saturación ajustada, la capacidad, la relación volumen/capacidad, tiempos de demora y nivel de servicio según los datos ingresados para cada carril por separado.

Tabla. 26 Ventana de Ajuste de metodología **HCM 2016** de la Intersección N°1

PHASING SETTINGS	↑ 2-NBT	↓ 6-SBT	↙ 8-SwL
Minimum Initial (s)	5.0	5.0	5.0
Minimum Split (s)	22.5	22.5	22.5
Maximum Split (s)	22.5	22.5	22.5
Yellow Time (s)	3.5	3.5	3.5
All-Red Time (s)	1.0	1.0	1.0
Lagging Phase?	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—
Optimize Phs Weights - Delays	1.0	1.0	1.0
Vehicle Extension (s)	3.0	3.0	3.0
Minimum Gap (s)	3.0	3.0	3.0
Time Before Reduce (s)	0.0	0.0	0.0
Time To Reduce (s)	0.0	0.0	0.0
Recall Mode	Max	Max	Max
Pedestrian Phase	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Walk Time (s)	7.0	7.0	7.0
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0	11.0
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0	0
Dual Entry?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fixed Force Off?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
90th %ile Green Time (s)	18 cd	18 cd	18 mr
70th %ile Green Time (s)	18 cd	18 cd	18 mr
50th %ile Green Time (s)	18 cd	18 cd	18 mr
30th %ile Green Time (s)	18 cd	18 cd	18 mr
10th %ile Green Time (s)	18 cd	18 cd	18 mr

Fuente: Synchro 11

Paso 5: En esta parte se le da clic el botón que nos lleva al SimTraffic 11 y exportar automáticamente el trabajo al otro software y presionando a continuación el botón de “play” se simula el movimiento visto desde arriba de la intersección.

Figura. 61 Simulación de la Intersección N°1

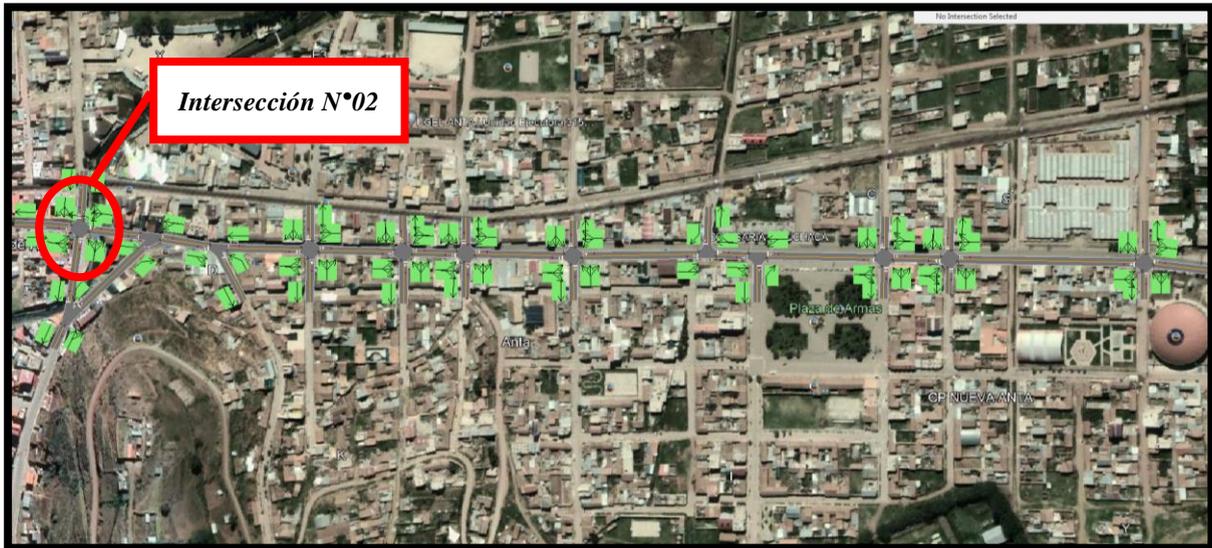


Fuente: Synchro 11

Intersección N°2 (Jaquijahuana con Los Ángeles)

Paso 1: Primero se define el fondo con una foto satelital en planta de la zona del análisis tomada desde el aplicativo Google Earth anotando la escala adecuada en el programa, luego pasamos trazar las Calles e intersecciones.

Figura. 62 Vista en planta de las Intersecciones de las vías



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 2: Se definen la distribución del grupo de carriles para cada direcciones de movimiento a partir de los datos del análisis de tránsito, aforo vehicular hora pico con que se ha levanto.

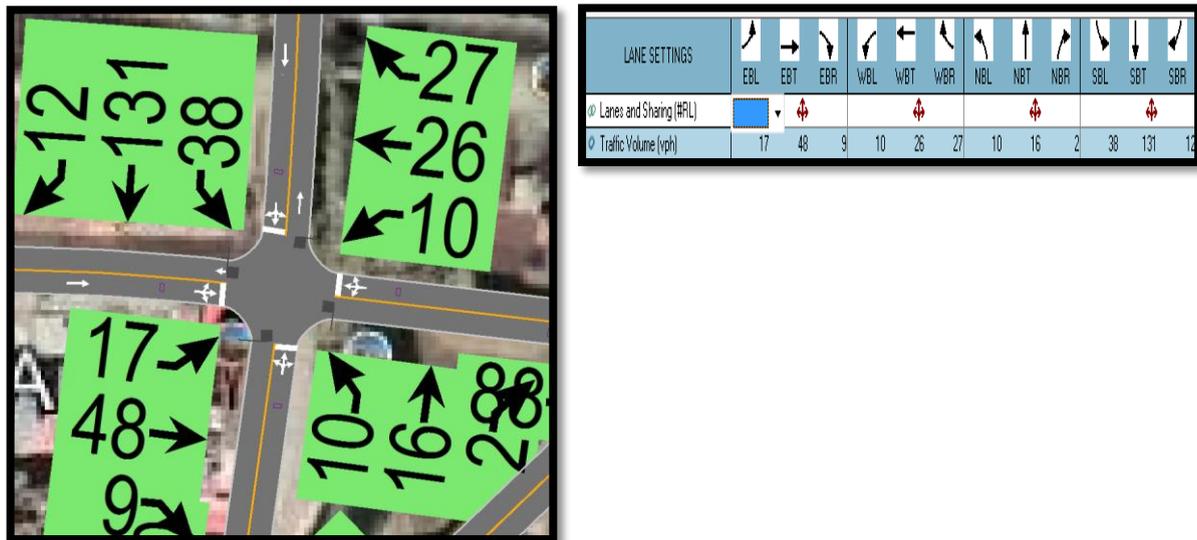
Figura. 63 Vista en planta de los movimientos y direcciones de la Intersección N°2



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 2: Se define los volúmenes de flujo vehicular en determinado carril ingresando estos datos al software para su procesamiento. Para tal cálculo se verifica que no existen maniobras de parqueo en dicha intersección de existir se selecciona en el software Volume Settings – adj. Parking lane, traducido al español significa carril de estacionamiento.

Figura. 64 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°2



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 3: Se define la velocidad de enlace – links speed, posteriormente se define el ancho de carril – lane width, luego se ingresa el porcentaje de grado de inclinación de la vía – grade %, luego se verifica el tipo de área de la vía – área type se selecciona CBD si el carril esta aledaño a zonas comerciales o centrales de negocios.

Figura. 65 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°2



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11



Al definir todos estos valores de entrada, el software procede a realizar los cálculos solicitados. A continuación se sustentan los resultados de la que ofrece el software de la banda de opciones LANE SETTINGS – configuración de carril, resultados conllevados para cada intersección en estudio.

Tabla. 27 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°2

LANE SETTINGS												
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	<input type="text" value="17"/>	<input type="text" value="48"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="26"/>	<input type="text" value="27"/>	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="16"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="38"/>	<input type="text" value="131"/>	<input type="text" value="12"/>
Traffic Volume (vph)	17	48	9	10	26	27	10	16	2	38	131	12
Future Volume (vph)	17	48	9	10	26	27	10	16	2	38	131	12
Street Name												
Link Distance (m)	—	20.2	—	—	64.1	—	—	77.4	—	—	25.2	—
Links Speed (km/h)	—	35	—	—	35	—	—	50	—	—	35	—
Set Arterial Name and Speed	—	EB	—	—	WB	—	—	NB	—	—	SB	—
Travel Time (s)	—	2.1	—	—	6.6	—	—	5.6	—	—	2.6	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Grade (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Area Type CBD	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—									
Storage Length (m)	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0
Storage Lanes (#)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Right Turn Channelized	—	—	None									
Curb Radius (m)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Add Lanes (#)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor	—	0.983	—	—	0.942	—	—	0.991	—	—	0.991	—
Left Turn Factor (prot)	—	0.989	—	—	0.992	—	—	0.982	—	—	0.990	—
Saturated Flow Rate (prot)	—	1630	—	—	1567	—	—	1631	—	—	1645	—
Left Turn Factor (perm)	—	0.948	—	—	0.965	—	—	0.905	—	—	0.945	—
Right Ped Bike Factor	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	—
Left Ped Factor	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	—
Saturated Flow Rate (perm)	—	1562	—	—	1524	—	—	1504	—	—	1570	—
Right Turn on Red?	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>									
Saturated Flow Rate (RTOR)	—	10	—	—	29	—	—	2	—	—	9	—
Link Is Hidden	—	<input type="checkbox"/>	—									
Hide Name in Node Title	—	<input type="checkbox"/>	—									

Fuente: Elaboración Syncho 11

Tabla. 28 traducción

Travel time – tiempo de viaje
Lane utilization factor – factor de utilización de carril
Right an left turn factor - Factor de giro a la derecha e izquierda
Saturated flow rate - Tasa de flujo de saturación
Right turn on rate – tasa de giro a la derecha

Fuente: Elaboración propia



A continuación se sustentan los resultados de la que ofrece el software de la banda de opciones VOLUME SETTINGS – configuración de volumen, resultados conllevados para cada intersección en estudio.

Tabla. 29 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°2

VOLUME SETTINGS												
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1
Traffic Volume (vph)	17	48	9	10	26	27	10	16	2	38	131	12
Development Volume (vph)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Combined Volume (vph)	17	48	9	10	26	27	10	16	2	38	131	12
Future Volume (vph)	17	48	9	10	26	27	10	16	2	38	131	12
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Adjusted Flow (vph)	18	52	10	11	28	29	11	17	2	41	142	13
Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>											
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Link OD Volumes	—	—	—	—	WB	—	—	NB	—	—	—	—
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	80	0	0	68	0	0	30	0	0	196	0

Fuente: Elaboración Syncho 11

Tabla. 30 traducción

Peak hour factor – factor de hora pico
Growth factor – factor de crecimiento
Right an left turn factor - Factor de giro a la derecha e izquierda
Saturated flow rate - Tasa de flujo de saturación
Right turn on rate – tasa de giro a la derecha

Fuente: Elaboración propia

Paso 4: Se introdujeron los datos del tipo de semáforos, fases, así como sus respectivos tiempos de luz verde, ámbar y roja. De esta forma el software por medio de la metodología del HCM 2016, determina la tasa de flujo de saturación ajustada, la capacidad, la relación volumen/capacidad, tiempos de demora y nivel de servicio según los datos ingresados para cada carril por separado.



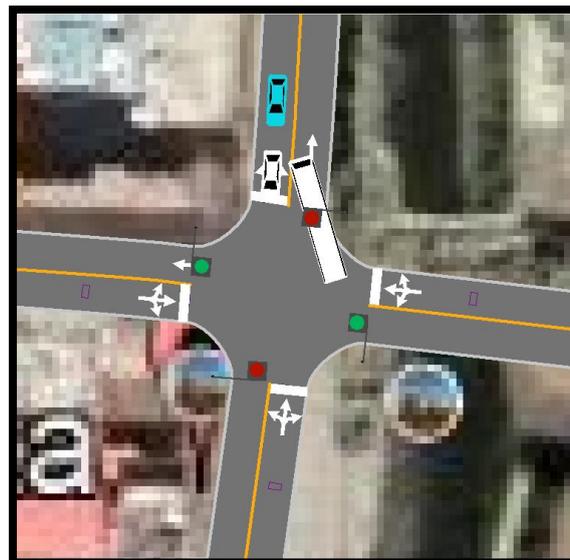
Tabla. 31 Ventana de Ajuste de metodología **HCM 2016** de la Intersección N°2

PHASING SETTINGS				
	2-NBTL	4-EBTL	6-SBTL	8-WBTL
Minimum Initial (s)	5.0	5.0	5.0	5.0
Minimum Split (s)	22.5	22.5	22.5	22.5
Maximum Split (s)	22.5	22.5	22.5	22.5
Yellow Time (s)	3.5	3.5	3.5	3.5
All-Red Time (s)	1.0	1.0	1.0	1.0
Lagging Phase?	—	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—	—
Optimize Phs Weights - Delays	1.0	1.0	1.0	1.0
Vehicle Extension (s)	3.0	3.0	3.0	3.0
Minimum Gap (s)	3.0	3.0	3.0	3.0
Time Before Reduce (s)	0.0	0.0	0.0	0.0
Time To Reduce (s)	0.0	0.0	0.0	0.0
Recall Mode	Max	Max	Max	Max
Pedestrian Phase	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Walk Time (s)	7.0	7.0	7.0	7.0
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0	11.0	11.0
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0	0	0
Dual Entry?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fixed Force Off?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
90th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr
70th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr
50th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr
30th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr
10th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr

Fuente: Synchro 11

Paso 5: En esta parte se le da clic el botón que nos lleva al SimTraffic 11 y exportar automáticamente el trabajo al otro software y presionando a continuación el botón de “play” se simula el movimiento visto desde arriba de la intersección.

Figura. 66 Simulación de la Intersección N°2

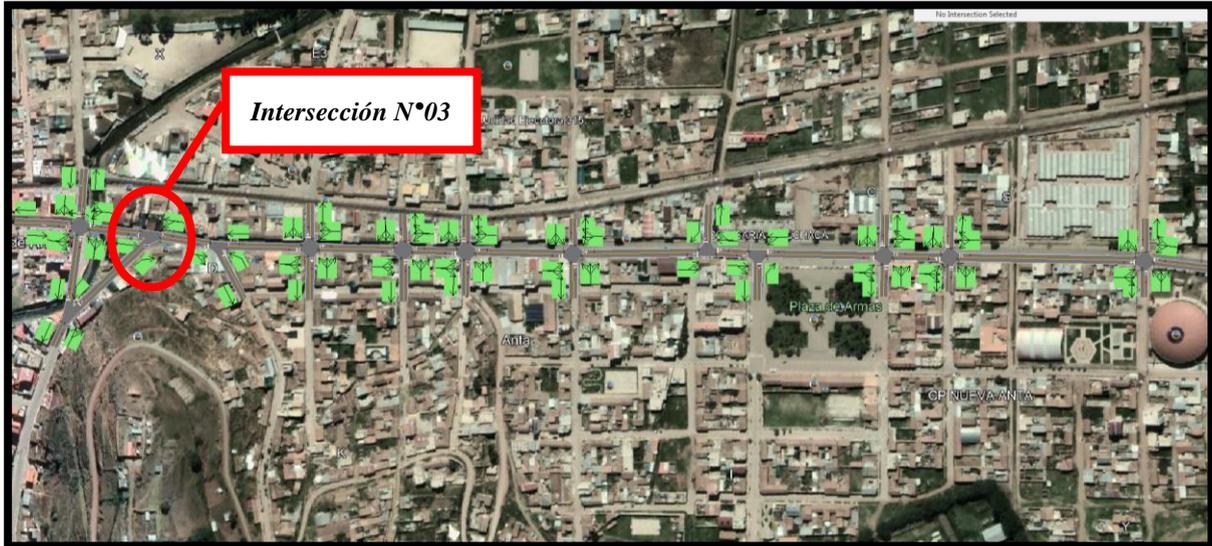


Fuente: Synchro 11

Intersección N°3 (PE-3S con Jaquijahuana)

Paso 1: Primero se define el fondo con una foto satelital en planta de la zona del análisis tomada desde el aplicativo Google Earth anotando la escala adecuada en el programa, luego pasamos trazar las Calles e intersecciones.

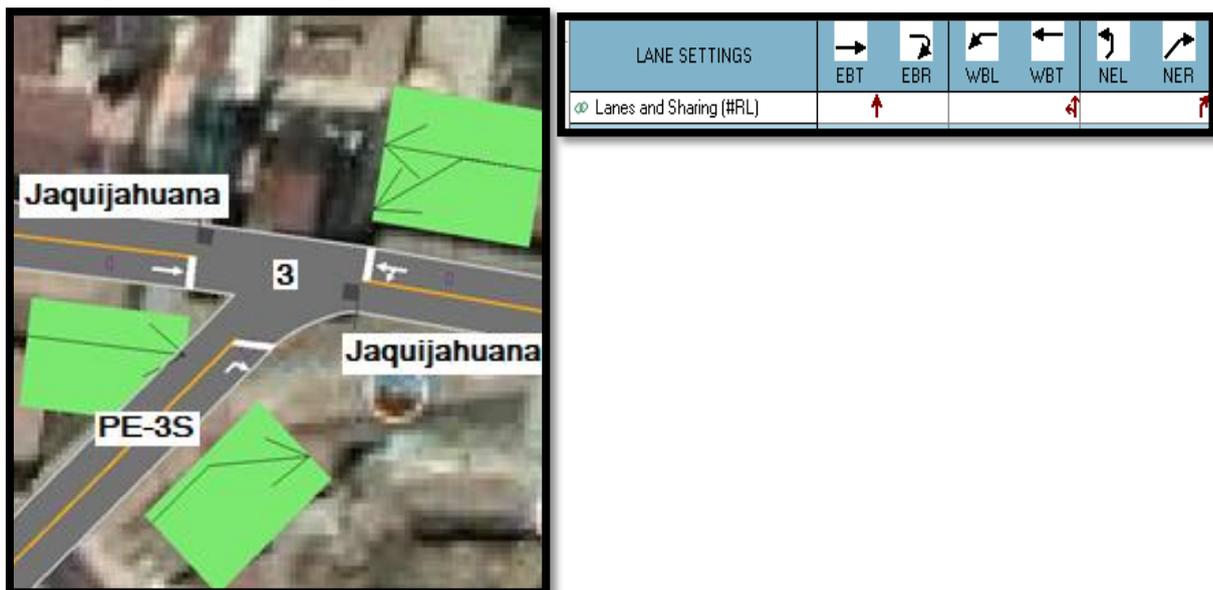
Figura. 67 Vista en planta de las Intersecciones de las vías



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 2: Se definen la distribución del grupo de carriles para cada direcciones de movimiento a partir de los datos del análisis de tránsito, aforo vehicular hora pico con que se ha levanto.

Figura. 68 Vista en planta de los movimientos y direcciones de la Intersección N°3



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 2: Se define los volúmenes de flujo vehicular en determinado carril ingresando estos datos al software para su procesamiento. Para tal cálculo se verifica que no existen maniobras de parqueo en dicha intersección de existir se selecciona en el software Volume Settings – adj. Parking lane, traducido al español significa carril de estacionamiento.

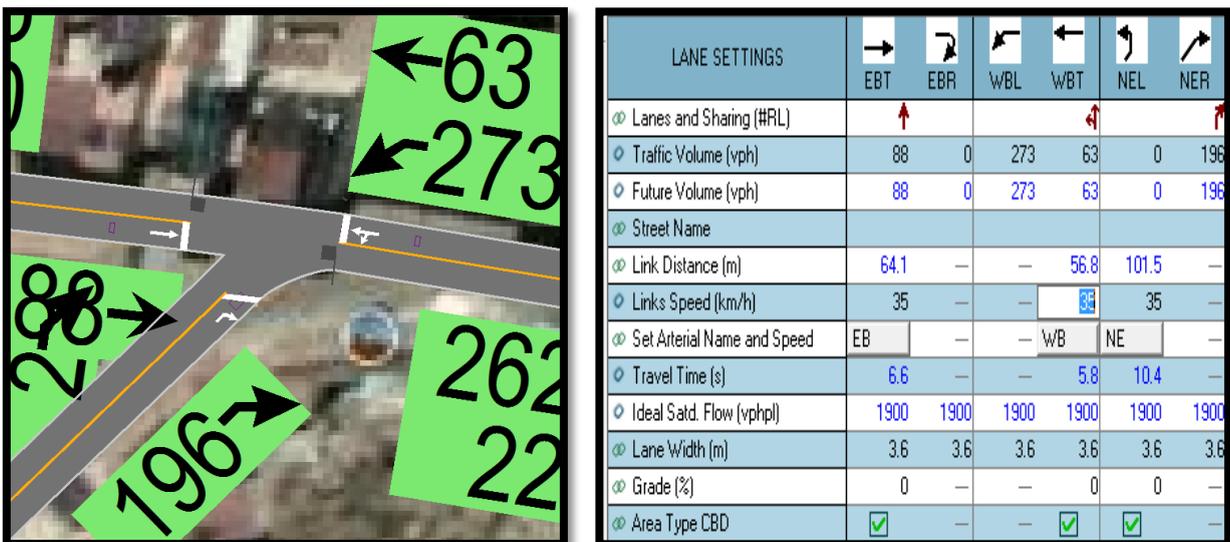
Figura. 69 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°3



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 3: Se define la velocidad de enlace – links speed, posteriormente se define el ancho de carril – lane width, luego se ingresa el porcentaje de grado de inclinación de la vía – grade %, luego se verifica el tipo de área de la vía – área type se selecciona CBD si el carril esta aledaño a zonas comerciales o centrales de negocios.

Figura. 70 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°3



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11



Al definir todos estos valores de entrada, el software procede a realizar los cálculos solicitados. A continuación, se sustentan los resultados de la que ofrece el software de la banda de opciones LANE SETTINGS – configuración de carril, resultados conllevados para cada intersección en estudio.

Tabla. 32 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°3

LANE SETTINGS	EBT	EBR	WBL	WBT	NEL	NER
Lanes and Sharing (#RL)	↑			↑		↑
Traffic Volume (vph)	88	0	273	63	0	196
Future Volume (vph)	88	0	273	63	0	196
Street Name						
Link Distance (m)	64.1	—	—	56.8	101.5	—
Links Speed (km/h)	35	—	—	35	35	—
Set Arterial Name and Speed	EB	—	—	WB	NE	—
Travel Time (s)	6.6	—	—	5.8	10.4	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Grade (%)	0	—	—	0	0	—
Area Type CBD	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—
Storage Length (m)	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0
Storage Lanes (#)	—	—	—	—	—	—
Right Turn Channelized	—	None	—	None	—	None
Curb Radius (m)	—	—	—	—	—	—
Add Lanes (#)	—	—	—	—	—	—
Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor	1.000	—	—	1.000	—	0.865
Left Turn Factor (prot)	1.000	—	—	0.961	—	1.000
Saturated Flow Rate (prot)	1676	—	—	1611	—	1465
Left Turn Factor (perm)	1.000	—	—	0.701	—	1.000
Right Ped Bike Factor	1.000	—	—	1.000	—	1.000
Left Ped Factor	1.000	—	—	1.000	—	1.000
Saturated Flow Rate (perm)	1676	—	—	1175	—	1465
Right Turn on Red?	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>
Saturated Flow Rate (RTOR)	0	—	—	0	—	804
Link Is Hidden	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—
Hide Name in Node Title	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—

Fuente: Elaboración Syncho 11

Tabla. 33 traducción

Travel time – tiempo de viaje
Lane utilization factor – factor de utilización de carril
Right an left turn factor - Factor de giro a la derecha e izquierda
Saturated flow rate - Tasa de flujo de saturación
Right turn on rate – tasa de giro a la derecha

Fuente: Elaboración propia



A continuación se sustentan los resultados de la que ofrece el software de la banda de opciones VOLUME SETTINGS – configuración de volumen, resultados conllevados para cada intersección en estudio.

Tabla. 34 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°3

VOLUME SETTINGS	EBT	EBR	WBL	WBT	NEL	NER
Lanes and Sharing (#RL)	↑			↑		↑
Traffic Volume (vph)	88	0	273	63	0	196
Development Volume (vph)	0	0	0	0	0	0
Combined Volume (vph)	88	0	273	63	0	196
Future Volume (vph)	88	0	273	63	0	196
Conflicting Peds. (#/hr)	—	0	0	—	0	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	0	—	—	—	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Adjusted Flow (vph)	96	0	297	68	0	213
Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	1	1
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>					
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	0	—	—	0	0	—
Link OD Volumes	EB	—	—	WB	NE	—
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	96	0	0	365	0	213

Fuente: Elaboración Syncho 11

Tabla 35 traducción

Peak hour factor – factor de hora pico
Growth factor – factor de crecimiento
Right an left turn factor - Factor de giro a la derecha e izquierda
Saturated flow rate - Tasa de flujo de saturación
Right turn on rate – tasa de giro a la derecha

Fuente: Elaboración propia

Paso 4: Se introdujeron los datos del tipo de semáforos, fases, así como sus respectivos tiempos de luz verde, ámbar y roja. De esta forma el software por medio de la metodología del HCM, determina la tasa de flujo de saturación ajustada, la capacidad, la relación volumen/capacidad, tiempos de demora y nivel de servicio según los datos ingresados para cada carril por separado.

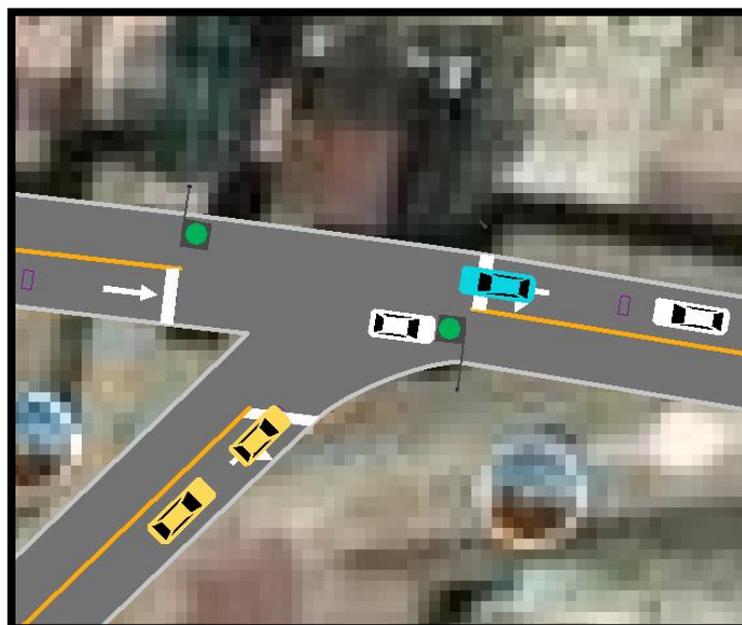
Tabla. 36 Ventana de Ajuste de metodología **HCM 2016** de la Intersección N°3

PHASING SETTINGS	2-NER	4-EBT	8-WBTL
Minimum Initial (s)	5.0	5.0	5.0
Minimum Split (s)	22.5	22.5	22.5
Maximum Split (s)	22.5	22.5	22.5
Yellow Time (s)	3.5	3.5	3.5
All-Red Time (s)	1.0	1.0	1.0
Lagging Phase?	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—
Optimize Phs Weights - Delays	1.0	1.0	1.0
Vehicle Extension (s)	3.0	3.0	3.0
Minimum Gap (s)	3.0	3.0	3.0
Time Before Reduce (s)	0.0	0.0	0.0
Time To Reduce (s)	0.0	0.0	0.0
Recall Mode	Max	Max	Max
Pedestrian Phase	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Walk Time (s)	7.0	7.0	7.0
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0	11.0
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0	0
Dual Entry?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fixed Force Off?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
90th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 mr
70th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 mr
50th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 mr
30th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 mr
10th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 mr

Fuente: Synchro 11

Paso 5: En esta parte se le da clic el botón que nos lleva al SimTraffic 11 y exportar automáticamente el trabajo al otro software y presionando a continuación el botón de “play” se simula el movimiento visto desde arriba de la intersección.

Figura. 71 Simulación de la Intersección N°3

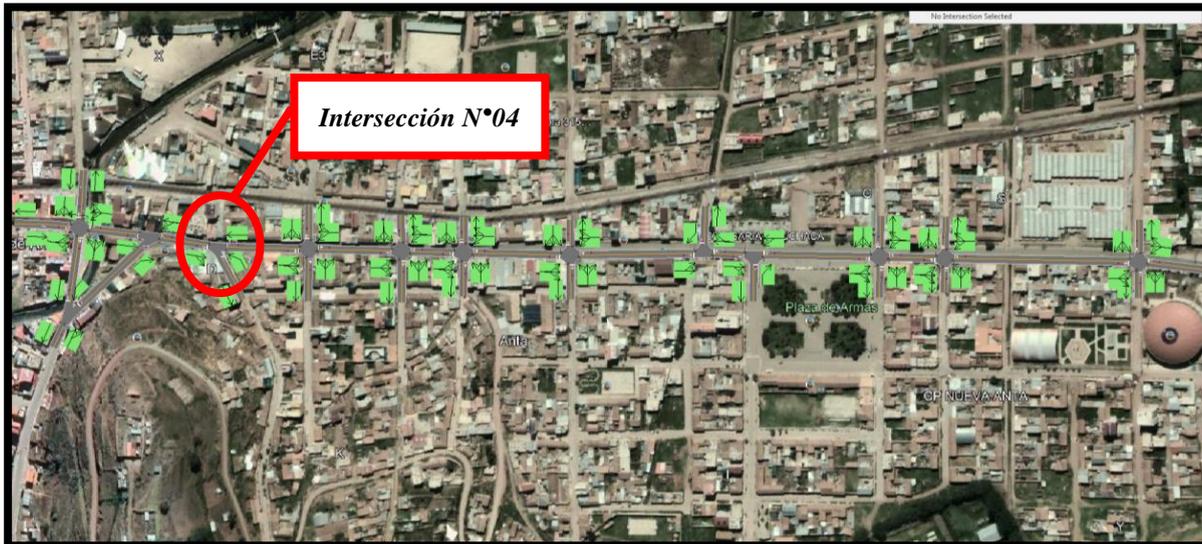


Fuente: Synchro 11

Intersección N°4 (Jaquijahuana con Lima)

Paso 1: Primero se define el fondo con una foto satelital en planta de la zona del análisis tomada desde el aplicativo Google Earth anotando la escala adecuada en el programa, luego pasamos trazar las Calles e intersecciones.

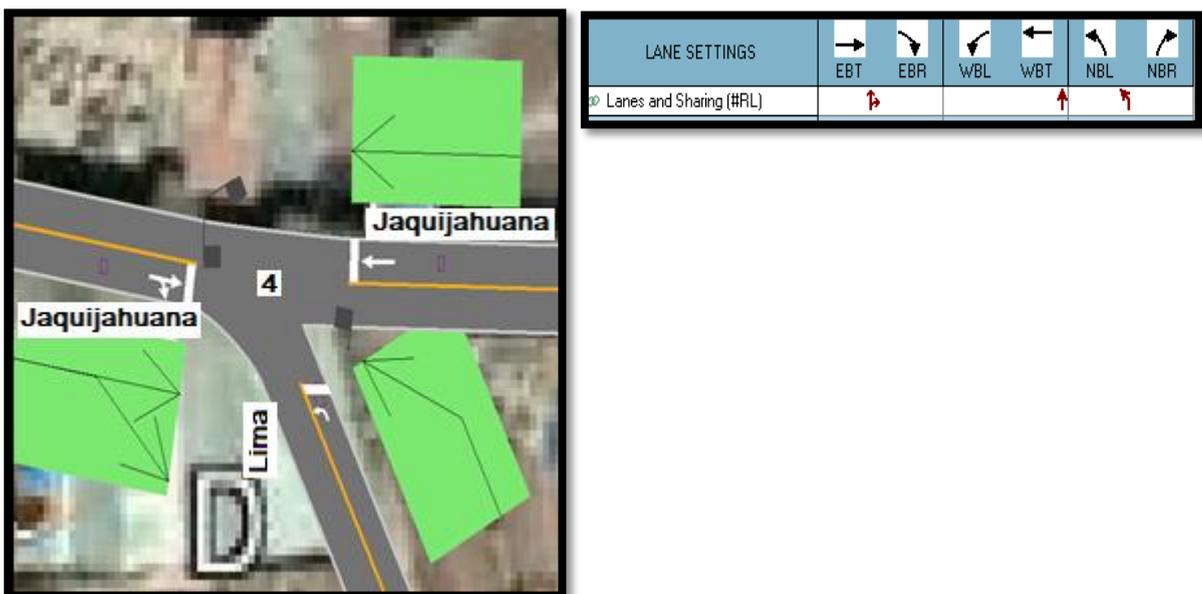
Figura. 72 Vista en planta de las Intersecciones de las vías



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 2: Se definen la distribución del grupo de carriles para cada dirección de movimiento a partir de los datos del análisis de tránsito, aforo vehicular hora pico con que se ha levantado.

Figura. 73 Vista en planta de los movimientos y direcciones de la Intersección N°4



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 2: Se define los volúmenes de flujo vehicular en determinado carril ingresando estos datos al software para su procesamiento. Para tal cálculo se verifica que no existen maniobras de parqueo en dicha intersección de existir se selecciona en el software Volume Settings – adj. Parking lane, traducido al español significa carril de estacionamiento.

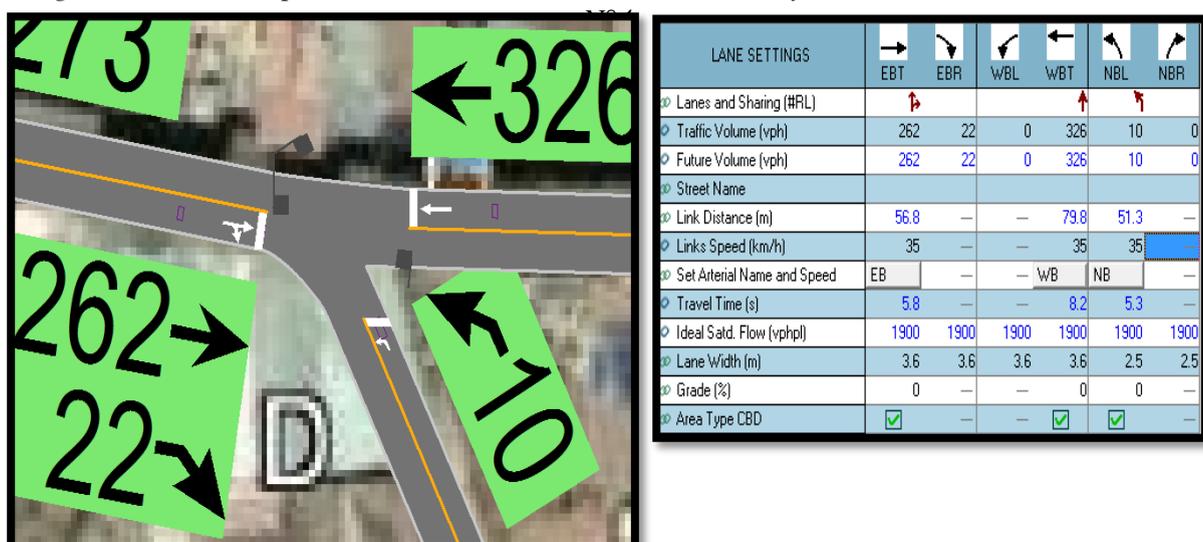
Figura. 74 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°4



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 3: Se define la velocidad de enlace – links speed, posteriormente se define el ancho de carril – lane width, luego se ingresa el porcentaje de grado de inclinación de la vía – grade %, luego se verifica el tipo de área de la vía – área type se selecciona CBD si el carril esta aledaño a zonas comerciales o centrales de negocios.

Figura. 75 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11



Al definir todos estos valores de entrada, el software procede a realizar los cálculos solicitados. A continuación, se sustentan los resultados de la que ofrece el software de la banda de opciones LANE SETTINGS – configuración de carril, resultados conllevados para cada intersección en estudio.

Tabla. 37 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°4

LANE SETTINGS	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Lanes and Sharing (#RL)						
Traffic Volume (vph)	262	22	0	326	10	0
Future Volume (vph)	262	22	0	326	10	0
Street Name						
Link Distance (m)	56.8	—	—	79.8	51.3	—
Links Speed (km/h)	35	—	—	35	35	—
Set Arterial Name and Speed	EB	—	—	WB	NB	—
Travel Time (s)	5.8	—	—	8.2	5.3	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	3.6	2.5	2.5
Grade (%)	0	—	—	0	0	—
Area Type CBD	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—
Storage Length (m)	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0
Storage Lanes (#)	—	—	—	—	—	—
Right Turn Channelized	—	None	—	None	—	None
Curb Radius (m)	—	—	—	—	—	—
Add Lanes (#)	—	—	—	—	—	—
Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor	0.990	—	—	1.000	1.000	—
Left Turn Factor (prot)	1.000	—	—	1.000	0.950	—
Saturated Flow Rate (prot)	1660	—	—	1676	1398	—
Left Turn Factor (perm)	1.000	—	—	1.000	0.950	—
Right Ped Bike Factor	1.000	—	—	1.000	1.000	—
Left Ped Factor	1.000	—	—	1.000	1.000	—
Saturated Flow Rate (perm)	1660	—	—	1676	1398	—
Right Turn on Red?	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>
Saturated Flow Rate (RTOR)	11	—	—	0	0	—
Link Is Hidden	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—
Hide Name in Node Title	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—

Fuente: Elaboración Syncho 11

Tabla. 38 traducción

Travel time – tiempo de viaje
Lane utilization factor – factor de utilización de carril
Right an left turn factor - Factor de giro a la derecha e izquierda
Saturated flow rate - Tasa de flujo de saturación
Right turn on rate – tasa de giro a la derecha

Fuente: Elaboración propia



A continuación, se sustentan los resultados de la que ofrece el software de la banda de opciones VOLUME SETTINGS – configuración de volumen, resultados conllevados para cada intersección en estudio.

Tabla. 39 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°4

VOLUME SETTINGS	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Lanes and Sharing (#RL)						
Traffic Volume (vph)	262	22	0	326	10	0
Development Volume (vph)	0	0	0	0	0	0
Combined Volume (vph)	262	22	0	326	10	0
Future Volume (vph)	262	22	0	326	10	0
Conflicting Peds. (#/hr)	—	0	0	—	0	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	0	—	—	—	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Adjusted Flow (vph)	285	24	0	354	11	0
Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>					
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	0	—	—	0	0	—
Link OD Volumes	EB	—	—	WB	—	—
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	309	0	0	354	11	0

Fuente: Elaboración Syncho 11

Tabla. 40 traducción

Peak hour factor – factor de hora pico
Growth factor – factor de crecimiento
Right an left turn factor - Factor de giro a la derecha e izquierda
Saturated flow rate - Tasa de flujo de saturación
Right turn on rate – tasa de giro a la derecha

Fuente: Elaboración propia

Paso 4: Se introdujeron los datos del tipo de semáforos, fases, así como sus respectivos tiempos de luz verde, ámbar y roja. De esta forma el software por medio de la metodología del HCM 2016, determina la tasa de flujo de saturación ajustada, la capacidad, la relación volumen/capacidad, tiempos de demora y nivel de servicio según los datos ingresados para cada carril por separado.

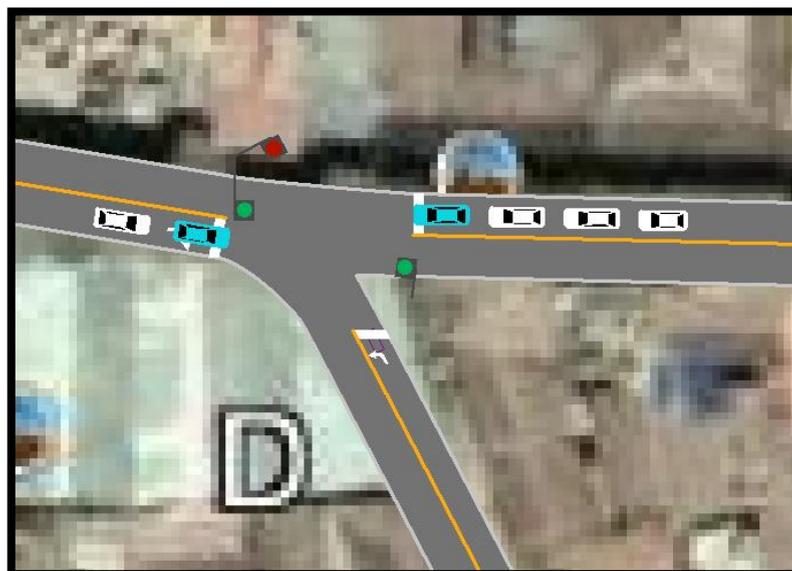
Tabla. 41 Ventana de Ajuste de metodología HCM 2016 de la Intersección N°4

PHASING SETTINGS	2-NBL	4-EBT	8-WBT
Minimum Initial (s)	5.0	5.0	5.0
Minimum Split (s)	22.5	22.5	22.5
Maximum Split (s)	22.5	22.5	22.5
Yellow Time (s)	3.5	3.5	3.5
All-Red Time (s)	1.0	1.0	1.0
Lagging Phase?	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—
Optimize Phs Weights - Delays	1.0	1.0	1.0
Vehicle Extension (s)	3.0	3.0	3.0
Minimum Gap (s)	3.0	3.0	3.0
Time Before Reduce (s)	0.0	0.0	0.0
Time To Reduce (s)	0.0	0.0	0.0
Recall Mode	Max	Max	Max
Pedestrian Phase	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Walk Time (s)	7.0	7.0	7.0
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0	11.0
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0	0
Dual Entry?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fixed Force Off?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
90th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 mr
70th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 mr
50th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 mr
30th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 mr
10th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 mr

Fuente: Synchro 11

Paso 5: En esta parte se le da clic el botón que nos lleva al SimTraffic 11 y exportar automáticamente el trabajo al otro software y presionando a continuación el botón de “play” se simula el movimiento visto desde arriba de la intersección.

Figura. 76 Simulación de la Intersección N°4

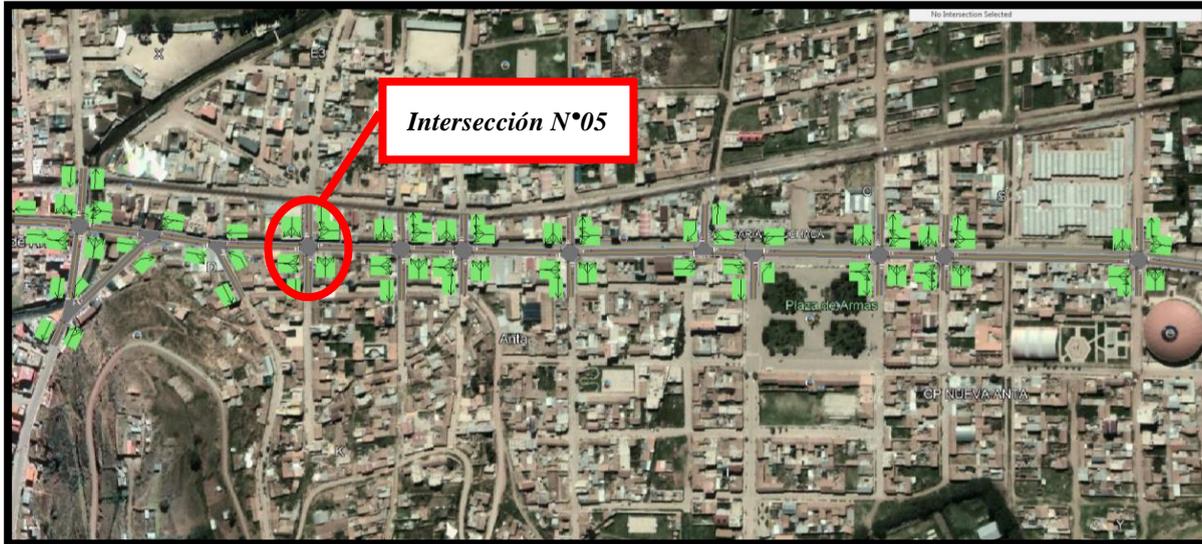


Fuente: Synchro 11

Intersección N°5 (Jaquijahuana con Breña)

Paso 1: Primero se define el fondo con una foto satelital en planta de la zona del análisis tomada desde el aplicativo Google Earth anotando la escala adecuada en el programa, luego pasamos trazar las Calles e intersecciones.

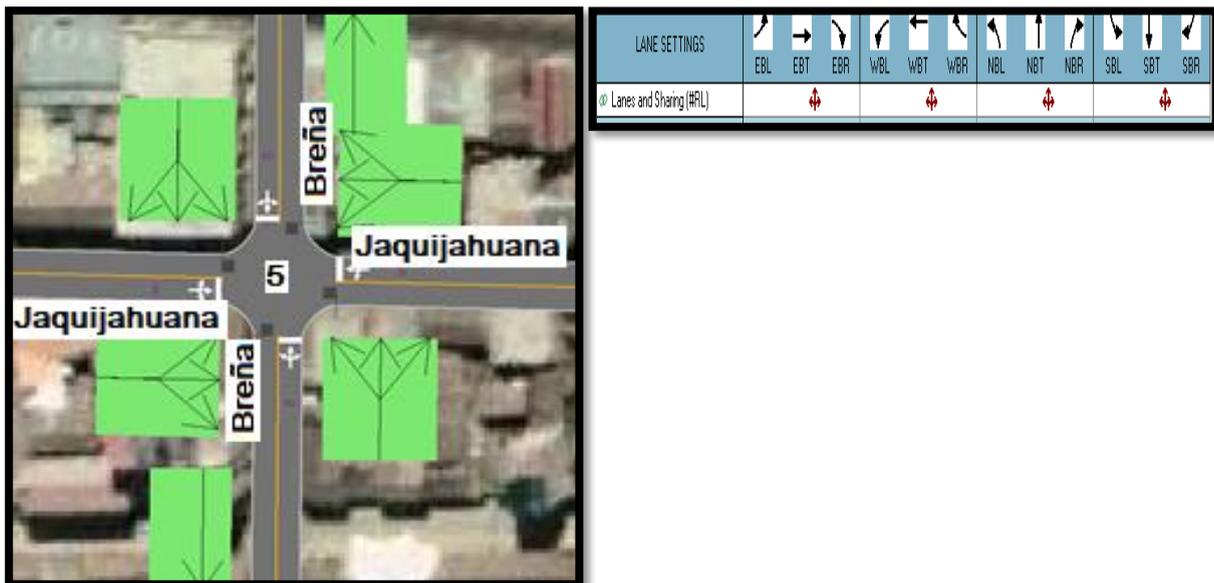
Figura. 77 Vista en planta de las Intersecciones de las vías



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 2: Se definen la distribución del grupo de carriles para cada direcciones de movimiento a partir de los datos del análisis de tránsito, aforo vehicular hora pico con que se ha levantado.

Figura. 78 Vista en planta de los movimientos y direcciones de la Intersección N°5



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 2: Se define los volúmenes de flujo vehicular en determinado carril ingresando estos datos al software para su procesamiento. Para tal cálculo se verifica que no existen maniobras de parqueo en dicha intersección de existir se selecciona en el software Volume Settings – adj. Parking lane, traducido al español significa carril de estacionamiento.

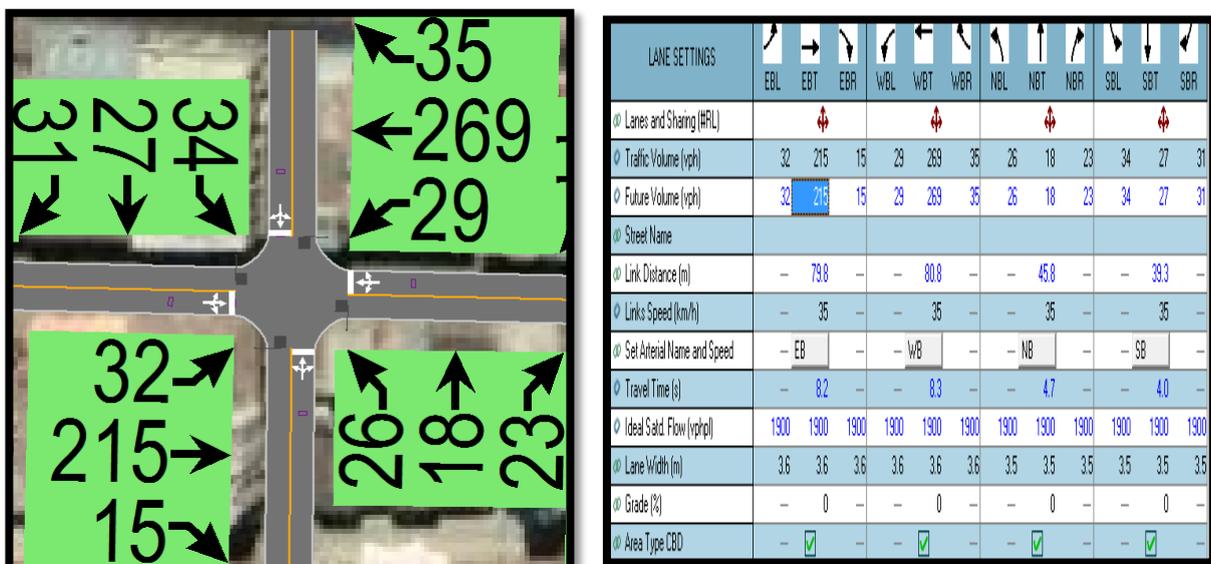
Figura. 79 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°5



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 3: Se define la velocidad de enlace – links speed, posteriormente se define el ancho de carril – lane width, luego se ingresa el porcentaje de grado de inclinación de la vía – grade %, luego se verifica el tipo de área de la vía – área type se selecciona CBD si el carril esta aledaño a zonas comerciales o centrales de negocios.

Figura. 80 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°5



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11



Al definir todos estos valores de entrada, el software procede a realizar los cálculos solicitados. A continuación se sustentan los resultados de la que ofrece el software de la banda de opciones LANE SETTINGS – configuración de carril, resultados conllevados para cada intersección en estudio.

Tabla. 42 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°5

LANE SETTINGS												
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
∞ Lanes and Sharing (#PL)		↕		↕			↕			↕		
∞ Traffic Volume (vph)	32	215	15	29	269	35	26	18	23	34	27	31
∞ Future Volume (vph)	32	215	15	29	269	35	26	18	23	34	27	31
∞ Street Name												
∞ Link Distance (m)	–	79.8	–	–	80.8	–	–	45.8	–	–	39.3	–
∞ Links Speed (km/h)	–	35	–	–	35	–	–	35	–	–	35	–
∞ Set Arterial Name and Speed	–	EB	–	–	WB	–	–	NB	–	–	SB	–
∞ Travel Time (s)	–	8.2	–	–	8.3	–	–	4.7	–	–	4.0	–
∞ Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
∞ Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
∞ Grade (%)	–	0	–	–	0	–	–	0	–	–	0	–
∞ Area Type CBD	–	<input checked="" type="checkbox"/>	–									
∞ Storage Length (m)	0.0	–	0.0	0.0	–	0.0	0.0	–	0.0	0.0	–	0.0
∞ Storage Lanes (#)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
∞ Right Turn Channelized	–	–	None									
∞ Curb Radius (m)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
∞ Add Lanes (#)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
∞ Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
∞ Right Turn Factor	–	0.992	–	–	0.986	–	–	0.954	–	–	0.954	–
∞ Left Turn Factor (prot)	–	0.994	–	–	0.996	–	–	0.981	–	–	0.982	–
∞ Saturated Flow Rate (prot)	–	1669	–	–	1663	–	–	1552	–	–	1553	–
∞ Left Turn Factor (perm)	–	0.929	–	–	0.956	–	–	0.897	–	–	0.899	–
∞ Right Ped Bike Factor	–	1.000	–	–	1.000	–	–	1.000	–	–	1.000	–
∞ Left Ped Factor	–	1.000	–	–	1.000	–	–	1.000	–	–	1.000	–
∞ Saturated Flow Rate (perm)	–	1560	–	–	1596	–	–	1419	–	–	1422	–
∞ Right Turn on Red?	–	–	<input type="checkbox"/>									
∞ Saturated Flow Rate (RTOR)	–	0	–	–	0	–	–	0	–	–	0	–
∞ Link Is Hidden	–	<input type="checkbox"/>	–									
∞ Hide Name in Node Title	–	<input type="checkbox"/>	–									

Fuente: Elaboración Syncho 11

Tabla. 43 traducción

Travel time – tiempo de viaje
Lane utilization factor – factor de utilización de carril
Right an left turn factor - Factor de giro a la derecha e izquierda
Saturated flow rate - Tasa de flujo de saturación
Right turn on rate – tasa de giro a la derecha

Fuente: Elaboración propia



A continuación se sustentan los resultados de la que ofrece el software de la banda de opciones VOLUME SETTINGS – configuración de volumen, resultados conllevados para cada intersección en estudio.

Tabla. 44 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°5

VOLUME SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	↕			↕			↕			↕		
Traffic Volume (vph)	32	215	15	29	269	35	26	18	23	34	27	31
Development Volume (vph)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Combined Volume (vph)	32	215	15	29	269	35	26	18	23	34	27	31
Future Volume (vph)	32	215	15	29	269	35	26	18	23	34	27	31
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Adjusted Flow (vph)	35	234	16	32	292	38	28	20	25	37	29	34
Heavy Vehicles (%)	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>											
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Link OD Volumes	—	EB	—	—	WB	—	—	—	—	—	—	—
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	285	0	0	362	0	0	73	0	0	100	0

Fuente: Elaboración Syncho 11

Tabla. 45 traducción

Peak hour factor – factor de hora pico
Growth factor – factor de crecimiento
Right an left turn factor - Factor de giro a la derecha e izquierda
Saturated flow rate - Tasa de flujo de saturación
Right turn on rate – tasa de giro a la derecha

Fuente: Elaboración propia

Paso 4: Se introdujeron los datos del tipo de semáforos, fases, así como sus respectivos tiempos de luz verde, ámbar y roja. De esta forma el software por medio de la metodología del HCM, determina la tasa de flujo de saturación ajustada, la capacidad, la relación volumen/capacidad, tiempos de demora y nivel de servicio según los datos ingresados para cada carril por separado.

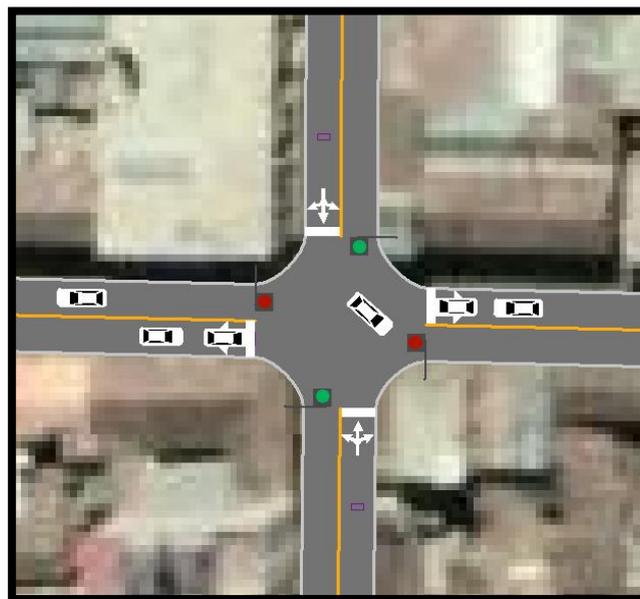
Tabla. 46 Ventana de Ajuste de metodología HCM 2016 de la Intersección N°5

PHASING SETTINGS	2-NBTL	4-EBTL	6-SBTL	8-WBTL
Minimum Initial (s)	5.0	5.0	5.0	5.0
Minimum Split (s)	22.5	22.5	22.5	22.5
Maximum Split (s)	22.5	22.5	22.5	22.5
Yellow Time (s)	3.5	3.5	3.5	3.5
All-Red Time (s)	1.0	1.0	1.0	1.0
Lagging Phase?	—	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—	—
Optimize Phs Weights - Delays	1.0	1.0	1.0	1.0
Vehicle Extension (s)	3.0	3.0	3.0	3.0
Minimum Gap (s)	3.0	3.0	3.0	3.0
Time Before Reduce (s)	0.0	0.0	0.0	0.0
Time To Reduce (s)	0.0	0.0	0.0	0.0
Recall Mode	Max	Max	Max	Max
Pedestrian Phase	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Walk Time (s)	7.0	7.0	7.0	7.0
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0	11.0	11.0
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0	0	0
Dual Entry?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fixed Force Off?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
90th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr
70th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr
50th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr
30th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr
10th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr

Fuente: Synchro 11

Paso 5: En esta parte se le da clic el botón que nos lleva al SimTraffic 11 y exportar automáticamente el trabajo al otro software y presionando a continuación el botón de “play” se simula el movimiento visto desde arriba de la intersección.

Figura. 81 Simulación de la Intersección N°5



Fuente: Synchro 11

Intersección N°6 (Jaquijahuana con Tarapaca)

Paso 1: Primero se define el fondo con una foto satelital en planta de la zona del análisis tomada desde el aplicativo Google Earth anotando la escala adecuada en el programa, luego pasamos trazar las Calles e intersecciones.

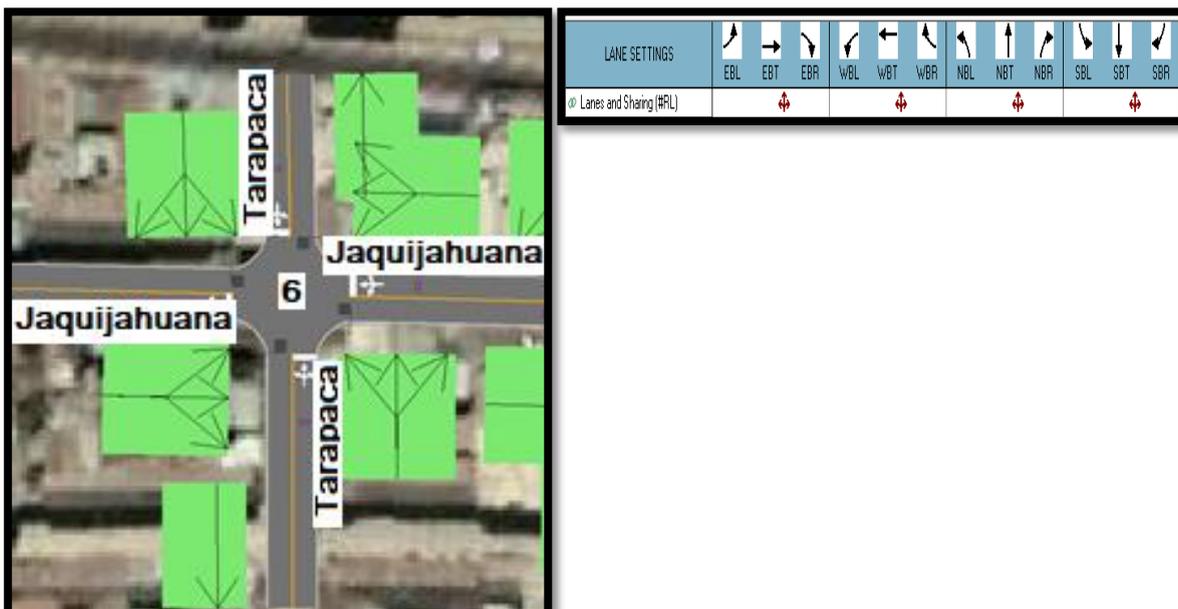
Figura. 82 Vista en planta de las Intersecciones de las vías



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 2: Se definen la distribución del grupo de carriles para cada direcciones de movimiento a partir de los datos del análisis de tránsito, aforo vehicular hora pico con que se ha levantado.

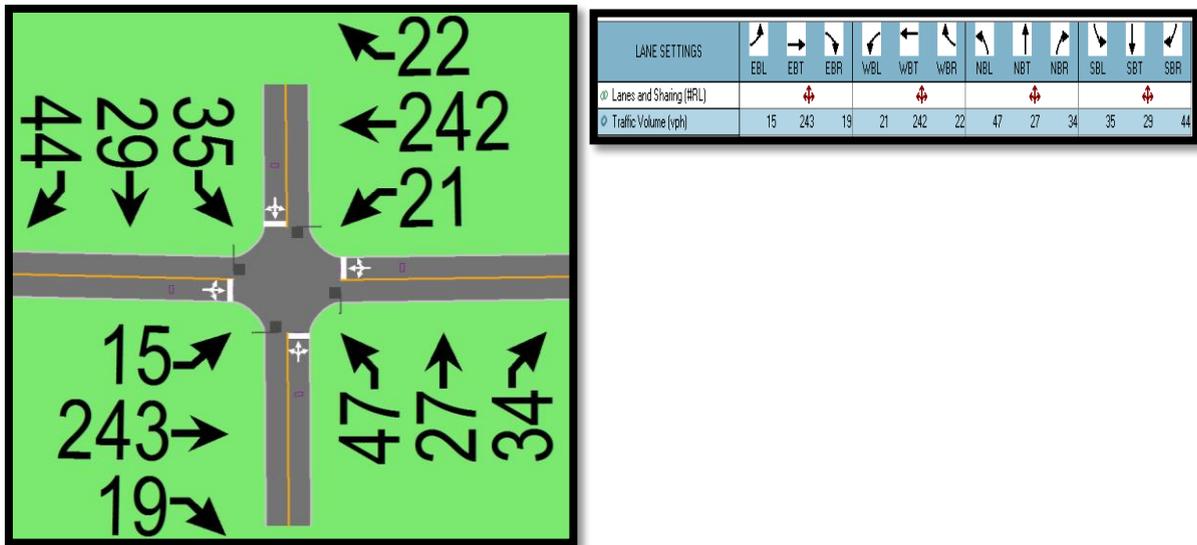
Figura. 83 Vista en planta de los movimientos y direcciones de la Intersección N°6



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 2: Se define los volúmenes de flujo vehicular en determinado carril ingresando estos datos al software para su procesamiento. Para tal cálculo se verifica que no existen maniobras de parqueo en dicha intersección de existir se selecciona en el software Volume Settings – adj. Parking lane, traducido al español significa carril de estacionamiento.

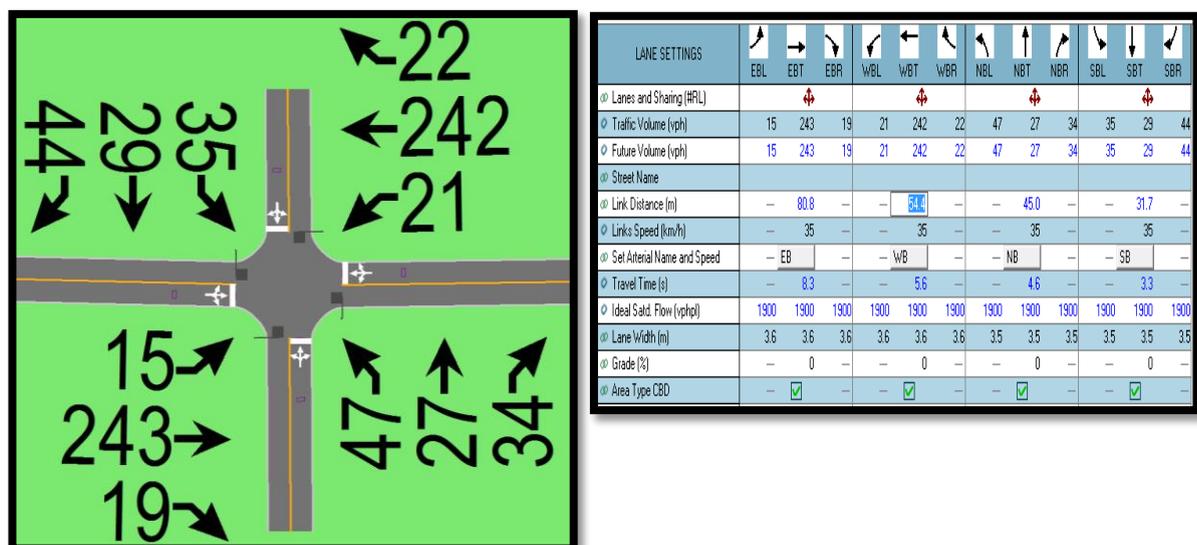
Figura. 84 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°6



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 3: Se define la velocidad de enlace – links speed, posteriormente se define el ancho de carril – lane width, luego se ingresa el porcentaje de grado de inclinación de la vía – grade %, luego se verifica el tipo de área de la vía – área type se selecciona CBD si el carril esta aledaño a zonas comerciales o centrales de negocios.

Figura. 85 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°6



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11



Al definir todos estos valores de entrada, el software procede a realizar los cálculos solicitados. A continuación se sustentan los resultados de la que ofrece el software de la banda de opciones LANE SETTINGS – configuración de carril, resultados conllevados para cada intersección en estudio.

Tabla. 47 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°6

LANE SETTINGS												
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
∅ Lanes and Sharing (#RL)	↕			↕			↕			↕		
∅ Traffic Volume (vph)	15	243	19	21	242	22	47	27	34	35	29	44
∅ Future Volume (vph)	15	243	19	21	242	22	47	27	34	35	29	44
∅ Street Name												
∅ Link Distance (m)	–	80.8	–	–	54.4	–	–	45.0	–	–	31.7	–
∅ Links Speed (km/h)	–	35	–	–	35	–	–	35	–	–	35	–
∅ Set Arterial Name and Speed	–	EB	–	–	WB	–	–	NB	–	–	SB	–
∅ Travel Time (s)	–	8.3	–	–	5.6	–	–	4.6	–	–	3.3	–
∅ Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
∅ Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
∅ Grade (%)	–	0	–	–	0	–	–	0	–	–	0	–
∅ Area Type CBD	–	<input checked="" type="checkbox"/>	–									
∅ Storage Length (m)	0.0	–	0.0	0.0	–	0.0	0.0	–	0.0	0.0	–	0.0
∅ Storage Lanes (#)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
∅ Right Turn Channelized	–	–	None									
∅ Curb Radius (m)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
∅ Add Lanes (#)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
∅ Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
∅ Right Turn Factor	–	0.991	–	–	0.990	–	–	0.957	–	–	0.945	–
∅ Left Turn Factor (prot)	–	0.997	–	–	0.996	–	–	0.979	–	–	0.984	–
∅ Saturated Flow Rate (prot)	–	1673	–	–	1669	–	–	1553	–	–	1542	–
∅ Left Turn Factor (perm)	–	0.976	–	–	0.965	–	–	0.858	–	–	0.899	–
∅ Right Ped Bike Factor	–	1.000	–	–	1.000	–	–	1.000	–	–	1.000	–
∅ Left Ped Factor	–	1.000	–	–	1.000	–	–	1.000	–	–	1.000	–
∅ Saturated Flow Rate (perm)	–	1638	–	–	1617	–	–	1361	–	–	1408	–
∅ Right Turn on Red?	–	–	<input checked="" type="checkbox"/>									
∅ Saturated Flow Rate (RTOR)	–	10	–	–	11	–	–	37	–	–	48	–
∅ Link Is Hidden	–	<input type="checkbox"/>	–									
∅ Hide Name in Node Title	–	<input type="checkbox"/>	–									

Fuente: Elaboración Syncho 11

Tabla 48 traducción

Travel time – tiempo de viaje
Lane utilization factor – factor de utilización de carril
Right an left turn factor - Factor de giro a la derecha e izquierda
Saturated flow rate - Tasa de flujo de saturación
Right turn on rate – tasa de giro a la derecha

Fuente: Elaboración propia



A continuación se sustentan los resultados de la que ofrece el software de la banda de opciones VOLUME SETTINGS – configuración de volumen, resultados conllevados para cada intersección en estudio.

Tabla. 49 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°6

VOLUME SETTINGS												
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
∞ Lanes and Sharing (#RL)		↕			↕			↕			↕	
◊ Traffic Volume (vph)	15	243	19	21	242	22	47	27	34	35	29	44
◊ Development Volume (vph)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
◊ Combined Volume (vph)	15	243	19	21	242	22	47	27	34	35	29	44
◊ Future Volume (vph)	15	243	19	21	242	22	47	27	34	35	29	44
◊ Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0
◊ Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
◊ Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
◊ Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
◊ Adjusted Flow (vph)	16	264	21	23	263	24	51	29	37	38	32	48
◊ Heavy Vehicles (%)	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
◊ Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
◊ Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>											
◊ Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
◊ Traffic from mid-block (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
◊ Link OD Volumes	—	EB	—	—	WB	—	—	—	—	—	—	—
◊ Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
◊ Lane Group Flow (vph)	0	301	0	0	310	0	0	117	0	0	118	0

Fuente: Elaboración Syncho 11

Tabla. 50 traducción

Peak hour factor – factor de hora pico
Growth factor – factor de crecimiento
Right an left turn factor - Factor de giro a la derecha e izquierda
Saturated flow rate - Tasa de flujo de saturación
Right turn on rate – tasa de giro a la derecha

Fuente: Elaboración propia

Paso 4: Se introdujeron los datos del tipo de semáforos, fases, así como sus respectivos tiempos de luz verde, ámbar y roja. De esta forma el software por medio de la metodología del HCM 2016, determina la tasa de flujo de saturación ajustada, la capacidad, la relación volumen/capacidad, tiempos de demora y nivel de servicio según los datos ingresados para cada carril por separado.

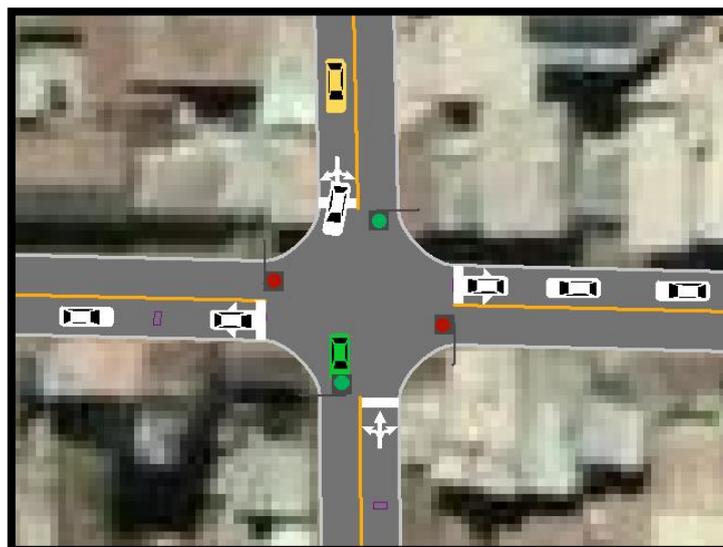
Tabla. 51 Ventana de Ajuste de metodología HCM 2016 de la Intersección N°6

PHASING SETTINGS	2-NBTL	4-EBTL	6-SBTL	8-WBTL
Minimum Initial (s)	5.0	5.0	5.0	5.0
Minimum Split (s)	22.5	22.5	22.5	22.5
Maximum Split (s)	22.5	22.5	22.5	22.5
Yellow Time (s)	3.5	3.5	3.5	3.5
All-Red Time (s)	1.0	1.0	1.0	1.0
Lagging Phase?	—	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—	—
Optimize Phs Weights - Delays	1.0	1.0	1.0	1.0
Vehicle Extension (s)	3.0	3.0	3.0	3.0
Minimum Gap (s)	3.0	3.0	3.0	3.0
Time Before Reduce (s)	0.0	0.0	0.0	0.0
Time To Reduce (s)	0.0	0.0	0.0	0.0
Recall Mode	Max	Max	Max	Max
Pedestrian Phase	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Walk Time (s)	7.0	7.0	7.0	7.0
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0	11.0	11.0
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0	0	0
Dual Entry?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fixed Force Off?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
90th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr
70th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr
50th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr
30th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr
10th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr

Fuente: Synchro 11

Paso 5: En esta parte se le da clic el botón que nos lleva al SimTraffic 11 y exportar automáticamente el trabajo al otro software y presionando a continuación el botón de “play” se simula el movimiento visto desde arriba de la intersección.

Figura. 86 Simulación de la Intersección N°6

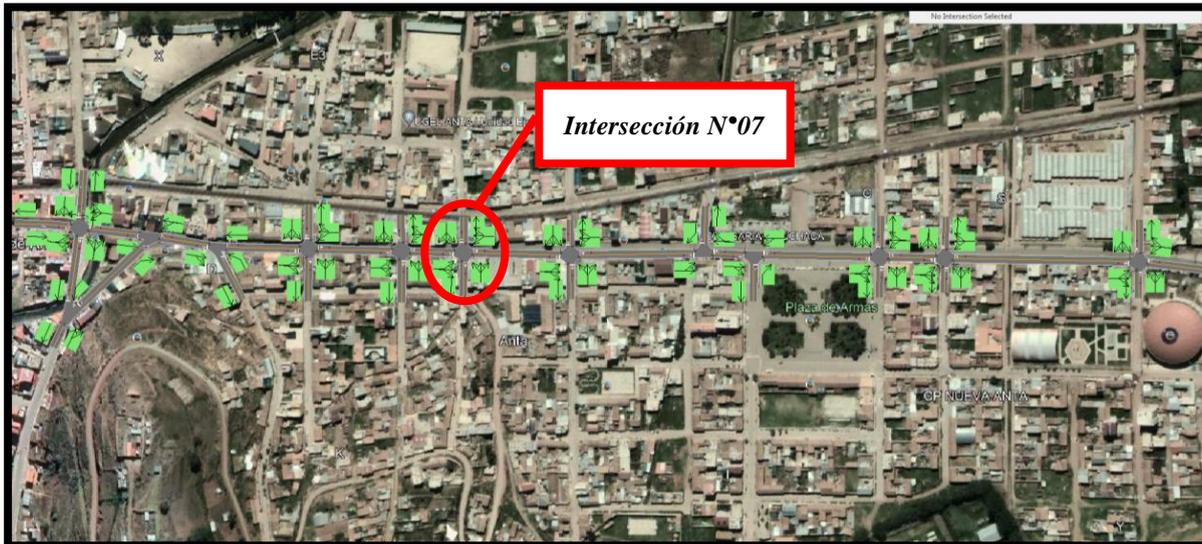


Fuente: Synchro 11

Intersección N°7 (Jaquijahuana con Arica)

Paso 1: Primero se define el fondo con una foto satelital en planta de la zona del análisis tomada desde el aplicativo Google Earth anotando la escala adecuada en el programa, luego pasamos trazar las Calles e intersecciones.

Figura. 87 Vista en planta de las Intersecciones de las vías



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 2: Se definen la distribución del grupo de carriles para cada dirección de movimiento a partir de los datos del análisis de tránsito, aforo vehicular hora pico con que se ha levantado.

Figura. 88 Vista en planta de los movimientos y direcciones de la Intersección N°7

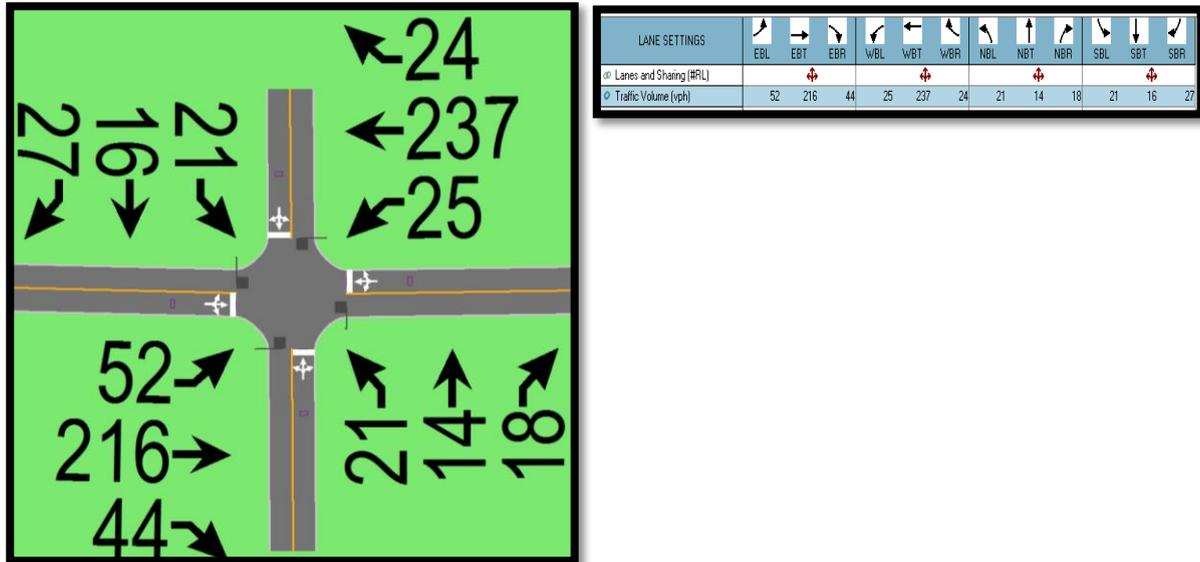


Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 2: Se define los volúmenes de flujo vehicular en determinado carril ingresando estos datos al software para su procesamiento. Para tal cálculo se verifica que no existen

maniobras de parqueo en dicha intersección de existir se selecciona en el software Volume Settings – adj. Parking lane, traducido al español significa carril de estacionamiento.

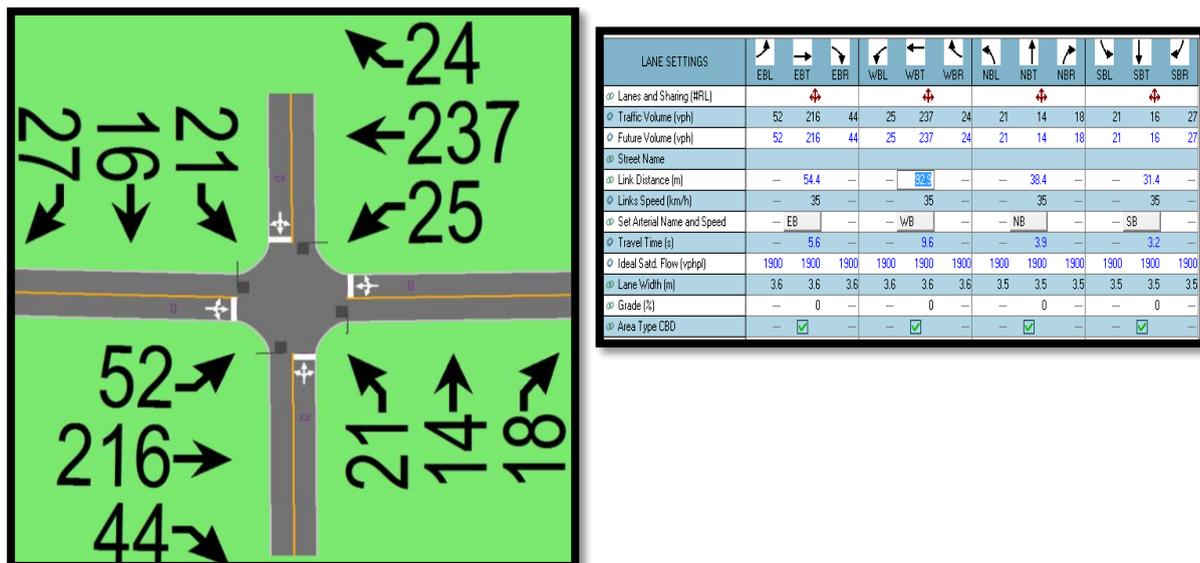
Figura. 89 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°7



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 3: Se define la velocidad de enlace – links speed, posteriormente se define el ancho de carril – lane width, luego se ingresa el porcentaje de grado de inclinación de la vía – grade %, luego se verifica el tipo de área de la vía – área type se selecciona CBD si el carril esta aledaño a zonas comerciales o centrales de negocios.

Figura. 90 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°7



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11



Al definir todos estos valores de entrada, el software procede a realizar los cálculos solicitados. A continuación, se sustentan los resultados de la que ofrece el software de la banda de opciones LANE SETTINGS – configuración de carril, resultados conllevados para cada intersección en estudio.

Tabla. 52 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°7

LANE SETTINGS												
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
⊗ Lanes and Sharing (#RL)	↕			↕			↕			↕		
⊗ Traffic Volume (vph)	52	216	44	25	237	24	21	14	18	21	16	27
⊗ Future Volume (vph)	52	216	44	25	237	24	21	14	18	21	16	27
⊗ Street Name												
⊗ Link Distance (m)	--	54.4	--	--	92.8	--	--	38.4	--	--	31.4	--
⊗ Links Speed (km/h)	--	35	--	--	35	--	--	35	--	--	35	--
⊗ Set Arterial Name and Speed	--	EB	--	--	WB	--	--	NB	--	--	SB	--
⊗ Travel Time (s)	--	5.6	--	--	9.6	--	--	3.9	--	--	3.2	--
⊗ Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
⊗ Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
⊗ Grade (%)	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--
⊗ Area Type CBD	--	<input checked="" type="checkbox"/>	--									
⊗ Storage Length (m)	0.0	--	0.0	0.0	--	0.0	0.0	--	0.0	0.0	--	0.0
⊗ Storage Lanes (#)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
⊗ Right Turn Channelized	--	--	None									
⊗ Curb Radius (m)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
⊗ Add Lanes (#)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
⊗ Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
⊗ Right Turn Factor	--	0.981	--	--	0.989	--	--	0.953	--	--	0.943	--
⊗ Left Turn Factor (prot)	--	0.992	--	--	0.996	--	--	0.981	--	--	0.984	--
⊗ Saturated Flow Rate (prot)	--	1648	--	--	1668	--	--	1550	--	--	1538	--
⊗ Left Turn Factor (perm)	--	0.904	--	--	0.952	--	--	0.911	--	--	0.926	--
⊗ Right Ped Bike Factor	--	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--
⊗ Left Ped Factor	--	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--	--	1.000	--
⊗ Saturated Flow Rate (perm)	--	1501	--	--	1594	--	--	1439	--	--	1448	--
⊗ Right Turn on Red?	--	--	<input checked="" type="checkbox"/>									
⊗ Saturated Flow Rate (RTOR)	--	21	--	--	12	--	--	20	--	--	29	--
⊗ Link Is Hidden	--	<input type="checkbox"/>	--									
⊗ Hide Name in Node Title	--	<input type="checkbox"/>	--									

Fuente: Elaboración Syncho 11

Tabla. 53 traducción

Travel time – tiempo de viaje
Lane utilization factor – factor de utilización de carril
Right an left turn factor - Factor de giro a la derecha e izquierda
Saturated flow rate - Tasa de flujo de saturación
Right turn on rate – tasa de giro a la derecha

Fuente: Elaboración propia



A continuación se sustentan los resultados de la que ofrece el software de la banda de opciones VOLUME SETTINGS – configuración de volumen, resultados conllevados para cada intersección en estudio.

Tabla. 54 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°7

VOLUME SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)												
Traffic Volume (vph)	52	216	44	25	237	24	21	14	18	21	16	27
Development Volume (vph)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Combined Volume (vph)	52	216	44	25	237	24	21	14	18	21	16	27
Future Volume (vph)	52	216	44	25	237	24	21	14	18	21	16	27
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Adjusted Flow (vph)	57	235	48	27	258	26	23	15	20	23	17	29
Heavy Vehicles (%)	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>											
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Link OD Volumes	—	EB	—	—	WB	—	—	—	—	—	—	—
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	340	0	0	311	0	0	58	0	0	69	0

Fuente: Elaboración Syncho 11

Tabla. 55 traducción

Peak hour factor – factor de hora pico
Growth factor – factor de crecimiento
Right an left turn factor - Factor de giro a la derecha e izquierda
Saturated flow rate - Tasa de flujo de saturación
Right turn on rate – tasa de giro a la derecha

Fuente: Elaboración propia

Paso 4: Se introdujeron los datos del tipo de semáforos, fases, así como sus respectivos tiempos de luz verde, ámbar y roja. De esta forma el software por medio de la metodología del HCM, determina la tasa de flujo de saturación ajustada, la capacidad, la relación volumen/capacidad, tiempos de demora y nivel de servicio según los datos ingresados para cada carril por separado.

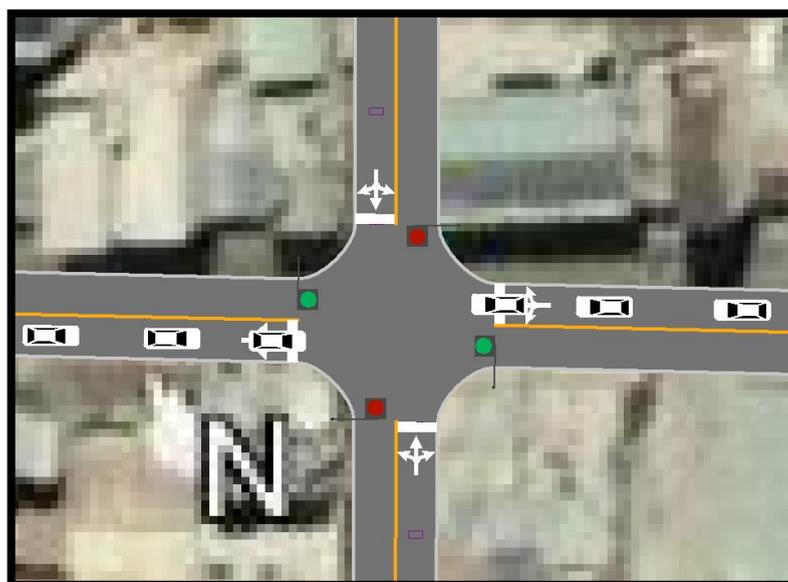
Tabla. 56 Ventana de Ajuste de metodología HCM 2016 de la Intersección N°7

PHASING SETTINGS	2-NBTL	4-EBTL	6-SBTL	8-WBTL
Minimum Initial (s)	5.0	5.0	5.0	5.0
Minimum Split (s)	22.5	22.5	22.5	22.5
Maximum Split (s)	24.0	21.0	24.0	21.0
Yellow Time (s)	3.5	3.5	3.5	3.5
All-Red Time (s)	1.0	1.0	1.0	1.0
Lagging Phase?	—	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—	—
Optimize Phs Weights - Delays	1.0	1.0	1.0	1.0
Vehicle Extension (s)	3.0	3.0	3.0	3.0
Minimum Gap (s)	3.0	3.0	3.0	3.0
Time Before Reduce (s)	0.0	0.0	0.0	0.0
Time To Reduce (s)	0.0	0.0	0.0	0.0
Recall Mode	Max	Max	Max	Max
Pedestrian Phase	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Walk Time (s)	7.0	7.0	7.0	7.0
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0	11.0	11.0
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0	0	0
Dual Entry?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fixed Force Off?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
90th %ile Green Time (s)	20 cd	17 pd	20 cd	17 pd
70th %ile Green Time (s)	20 cd	17 pd	20 cd	17 pd
50th %ile Green Time (s)	20 cd	17 pd	20 cd	17 pd
30th %ile Green Time (s)	20 cd	17 pd	20 cd	17 pd
10th %ile Green Time (s)	20 cd	17 pd	20 cd	17 pd

Fuente: Synchro 11

Paso 5: En esta parte se le da clic el botón que nos lleva al SimTraffic 11 y exportar automáticamente el trabajo al otro software y presionando a continuación el botón de “play” se simula el movimiento visto desde arriba de la intersección.

Figura. 91 Simulación de la Intersección N°7

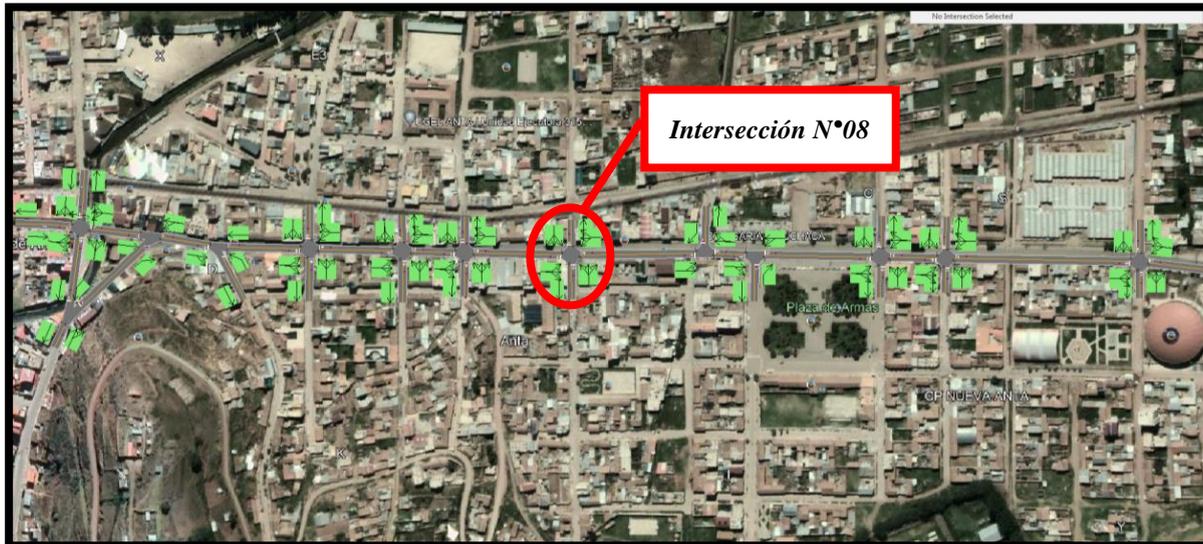


Fuente: Synchro 11

Intersección N°8 (Jaquijahuana con 24 de diciembre)

Paso 1: Primero se define el fondo con una foto satelital en planta de la zona del análisis tomada desde el aplicativo Google Earth anotando la escala adecuada en el programa, luego pasamos trazar las Calles e intersecciones.

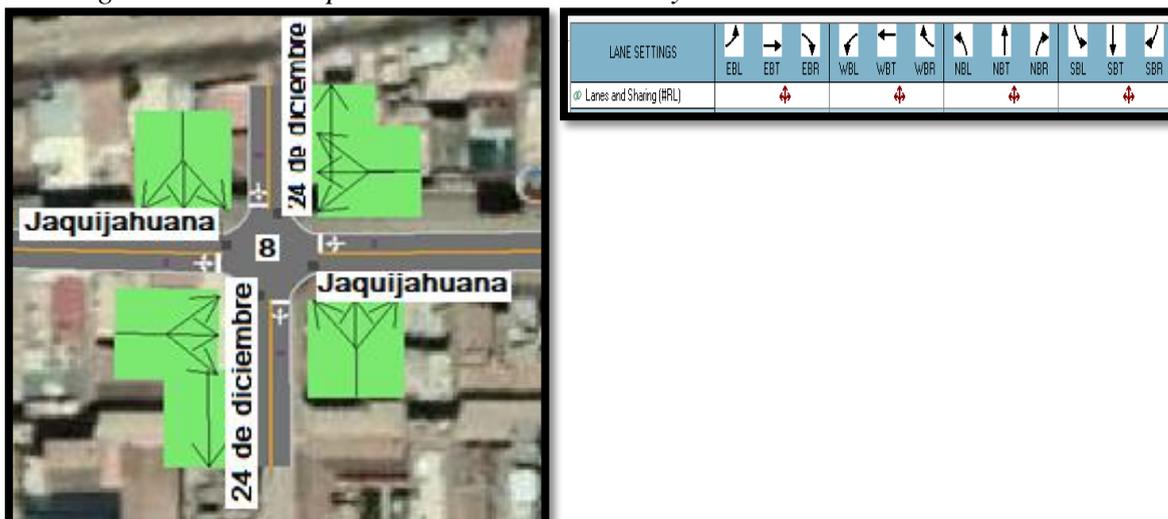
Figura. 92 Vista en planta de las Intersecciones de las vías



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 2: Se definen la distribución del grupo de carriles para cada dirección de movimiento a partir de los datos del análisis de tránsito, aforo vehicular hora pico con que se ha levantado.

Figura. 93 Vista en planta de los movimientos y direcciones de la Intersección N°8

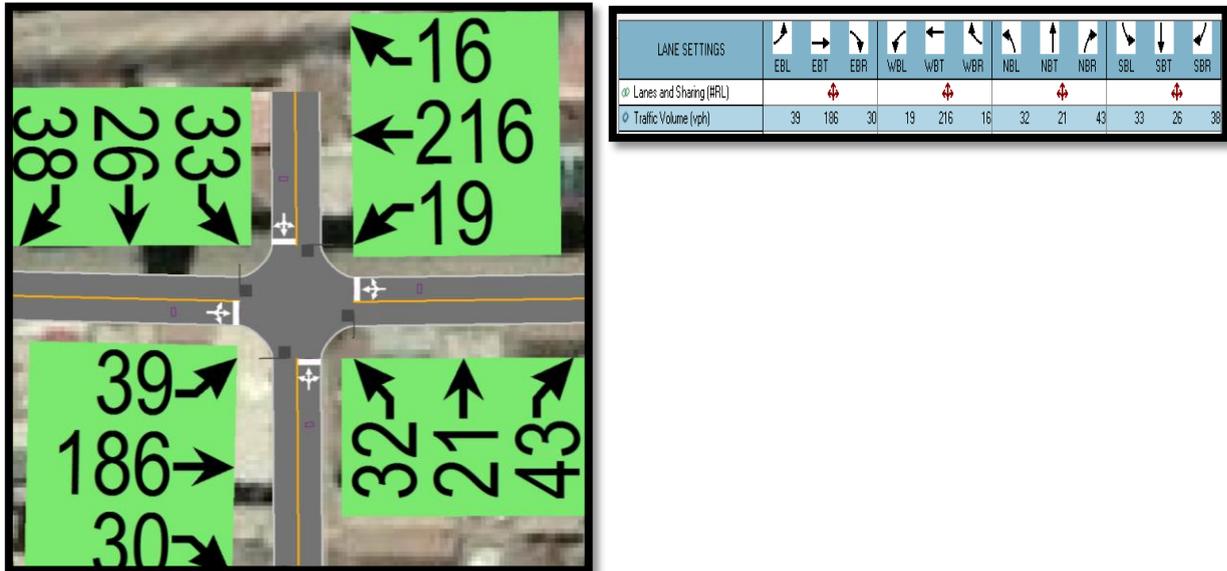


Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 2: Se define los volúmenes de flujo vehicular en determinado carril ingresando estos datos al software para su procesamiento. Para tal cálculo se verifica que no existen

maniobras de parqueo en dicha intersección de existir se selecciona en el software Volume Settings – adj. Parking lane, traducido al español significa carril de estacionamiento.

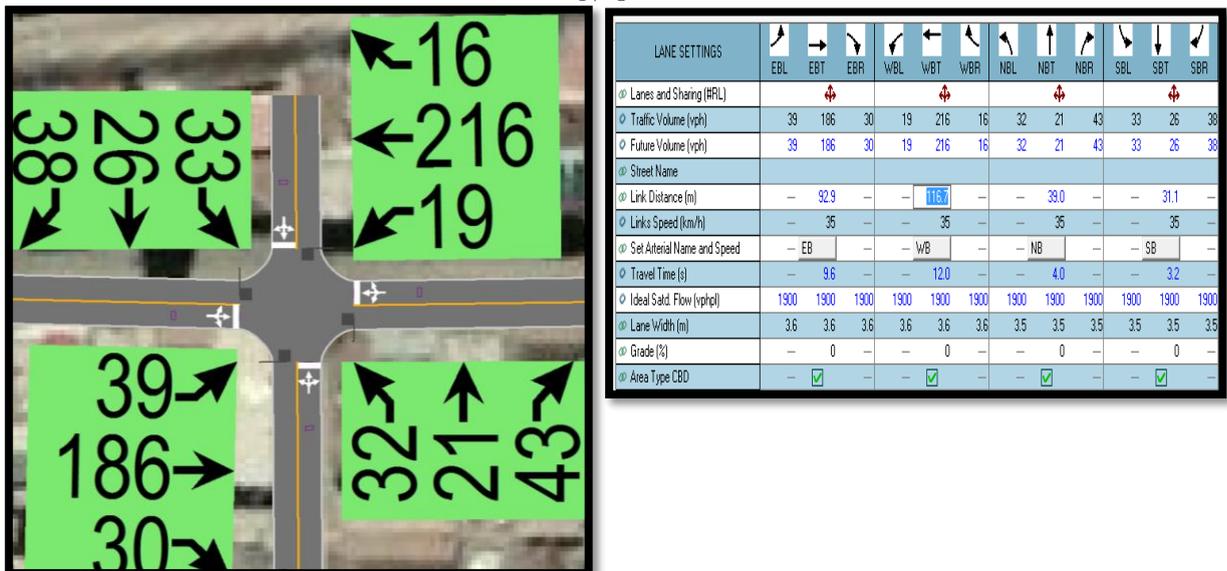
Figura. 94 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°8



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 3: Se define la velocidad de enlace – links speed, posteriormente se define el ancho de carril – lane width, luego se ingresa el porcentaje de grado de inclinación de la vía – grade %, luego se verifica el tipo de área de la vía – área type se selecciona CBD si el carril esta aledaño a zonas comerciales o centrales de negocios.

Figura. 95 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°8



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11



Al definir todos estos valores de entrada, el software procede a realizar los cálculos solicitados. A continuación se sustentan los resultados de la que ofrece el software de la banda de opciones LANE SETTINGS – configuración de carril, resultados conllevados para cada intersección en estudio.

Tabla. 57 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°8

LANE SETTINGS																		
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR						
Lanes and Sharing (#RL)	↕			↕			↕			↕								
Traffic Volume (vph)	39	186	30	19	216	16	32	21	43	33	26	38						
Future Volume (vph)	39	186	30	19	216	16	32	21	43	33	26	38						
Street Name																		
Link Distance (m)	–	92.9	–	–	116.7	–	–	39.0	–	–	31.1	–						
Links Speed (km/h)	–	35	–	–	35	–	–	35	–	–	35	–						
Set Arterial Name and Speed	–	EB	–	–	WB	–	–	NB	–	–	SB	–						
Travel Time (s)	–	9.6	–	–	12.0	–	–	4.0	–	–	3.2	–						
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900						
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5						
Grade (%)	–	0	–	–	0	–	–	0	–	–	0	–						
Area Type CBD	–	<input checked="" type="checkbox"/>	–															
Storage Length (m)	0.0	–	0.0	0.0	–	0.0	0.0	–	0.0	0.0	–	0.0						
Storage Lanes (#)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–						
Right Turn Channelized	–	–	None															
Curb Radius (m)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–						
Add Lanes (#)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–						
Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00						
Right Turn Factor	–	0.984	–	–	0.992	–	–	0.940	–	–	0.947	–						
Left Turn Factor (prot)	–	0.992	–	–	0.996	–	–	0.984	–	–	0.983	–						
Saturated Flow Rate (prot)	–	1653	–	–	1673	–	–	1533	–	–	1543	–						
Left Turn Factor (perm)	–	0.923	–	–	0.966	–	–	0.901	–	–	0.898	–						
Right Ped Bike Factor	–	1.000	–	–	1.000	–	–	1.000	–	–	1.000	–						
Left Ped Factor	–	1.000	–	–	1.000	–	–	1.000	–	–	1.000	–						
Saturated Flow Rate (perm)	–	1538	–	–	1622	–	–	1404	–	–	1410	–						
Right Turn on Red?	–	–	<input checked="" type="checkbox"/>															
Saturated Flow Rate (RTOR)	–	18	–	–	9	–	–	47	–	–	41	–						
Link Is Hidden	–	<input type="checkbox"/>	–															
Hide Name in Node Title	–	<input type="checkbox"/>	–															

Fuente: Elaboración Syncho 11

Tabla 58 traducción

Travel time – tiempo de viaje
Lane utilization factor – factor de utilización de carril
Right an left turn factor - Factor de giro a la derecha e izquierda
Saturated flow rate - Tasa de flujo de saturación
Right turn on rate – tasa de giro a la derecha

Fuente: Elaboración propia



A continuación, se sustenta los resultados de la que ofrece el software de la banda de opciones VOLUME SETTINSG – configuración de volumen, resultados conllevados para cada intersección en estudio.

Tabla. 59 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°8

VOLUME SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	↕			↕			↕			↕		
Traffic Volume (vph)	39	186	30	19	216	16	32	21	43	33	26	38
Development Volume (vph)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Combined Volume (vph)	39	186	30	19	216	16	32	21	43	33	26	38
Future Volume (vph)	39	186	30	19	216	16	32	21	43	33	26	38
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Adjusted Flow (vph)	42	202	33	21	235	17	35	23	47	36	28	41
Heavy Vehicles (%)	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>											
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Link OD Volumes	— EB			— WB			—			—		
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	277	0	0	273	0	0	105	0	0	105	0

Fuente: Elaboración Syncho 11

Tabla. 60 traducción

Peak hour factor – factor de hora pico
Growth factor – factor de crecimiento
Right an left turn factor - Factor de giro a la derecha e izquierda
Saturated flow rate - Tasa de flujo de saturación
Right turn on rate – tasa de giro a la derecha

Fuente: Elaboración propia

Paso 4: Se introdujeron los datos del tipo de semáforos, fases, así como sus respectivos tiempos de luz verde, ámbar y roja. De esta forma el software por medio de la metodología del HCM, determina la tasa de flujo de saturación ajustada, la capacidad, la relación volumen/capacidad, tiempos de demora y nivel de servicio según los datos ingresados para cada carril por separado.

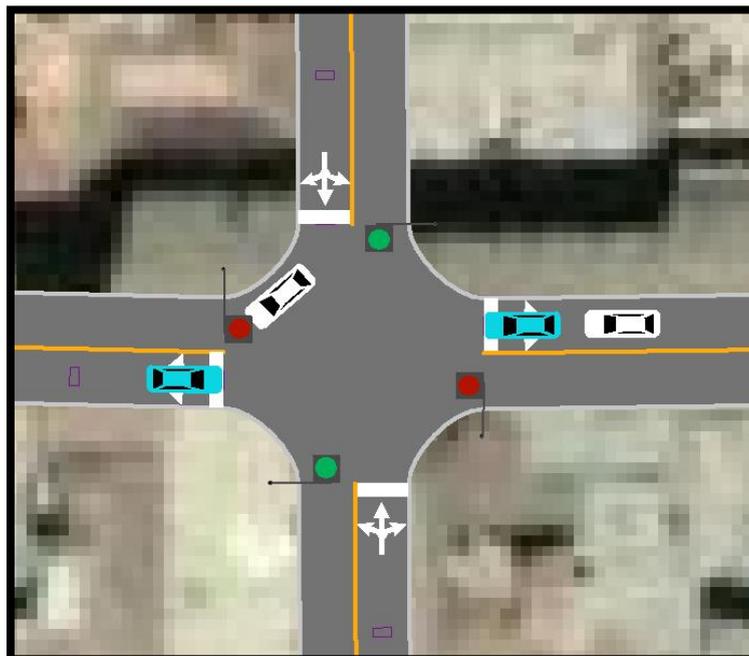
Tabla. 61 Ventana de Ajuste de metodología **HCM 2016** de la Intersección N°8

PHASING SETTINGS	2-NBTL	4-EBTL	6-SBTL	8-WBTL
Minimum Initial (s)	5.0	5.0	5.0	5.0
Minimum Split (s)	22.5	22.5	22.5	22.5
Maximum Split (s)	22.5	22.5	22.5	22.5
Yellow Time (s)	3.5	3.5	3.5	3.5
All-Red Time (s)	1.0	1.0	1.0	1.0
Lagging Phase?	—	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—	—
Optimize Phs Weights - Delays	1.0	1.0	1.0	1.0
Vehicle Extension (s)	3.0	3.0	3.0	3.0
Minimum Gap (s)	3.0	3.0	3.0	3.0
Time Before Reduce (s)	0.0	0.0	0.0	0.0
Time To Reduce (s)	0.0	0.0	0.0	0.0
Recall Mode	Max	Max	Max	Max
Pedestrian Phase	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Walk Time (s)	7.0	7.0	7.0	7.0
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0	11.0	11.0
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0	0	0
Dual Entry?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fixed Force Off?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
90th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr
70th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr
50th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd <td 18 mr	
30th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr
10th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr

Fuente: Synchro 11

Paso 5: En esta parte se le da clic el botón que nos lleva al SimTraffic 11 y exportar automáticamente el trabajo al otro software y presionando a continuación el botón de “play” se simula el movimiento visto desde arriba de la intersección.

Figura. 96 Simulación de la Intersección N°8

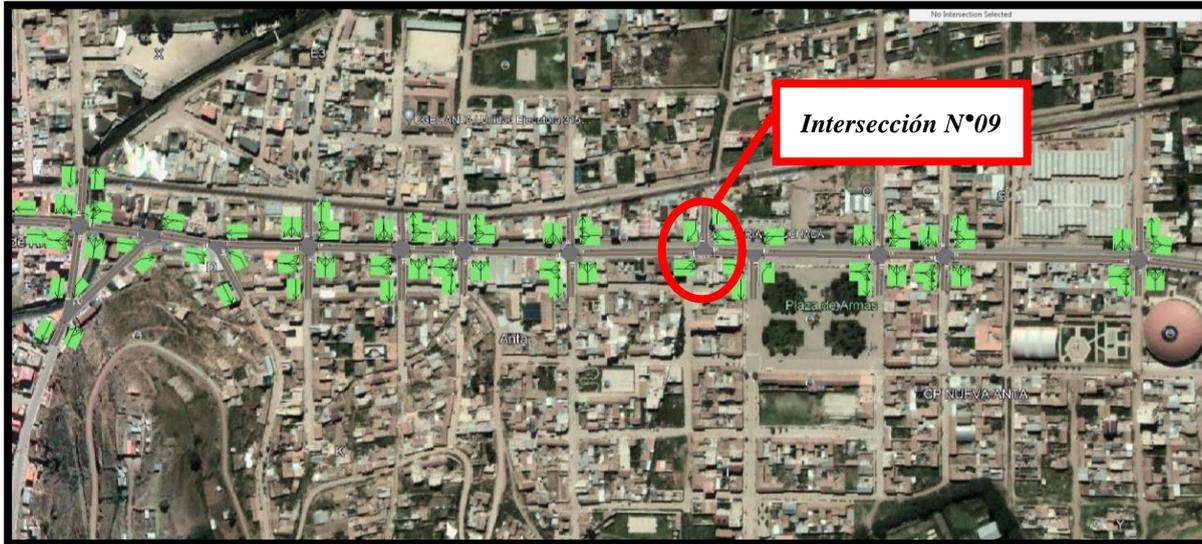


Fuente: Synchro 11

Intersección N°9 (Jaquijahuana con 2 de julio)

Paso 1: Primero se define el fondo con una foto satelital en planta de la zona del análisis tomada desde el aplicativo Google Earth anotando la escala adecuada en el programa, luego pasamos trazar las Calles e intersecciones.

Figura. 97 Vista en planta de las Intersecciones de las vías



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 2: Se definen la distribución del grupo de carriles para cada dirección de movimiento a partir de los datos del análisis de tránsito, aforo vehicular hora pico con que se ha levantado.

Figura. 98 Vista en planta de los movimientos y direcciones de la Intersección N°9



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 2: Se define los volúmenes de flujo vehicular en determinado carril ingresando estos datos al software para su procesamiento. Para tal cálculo se verifica que no existen maniobras de parqueo en dicha intersección de existir se selecciona en el software Volume Settings – adj. Parking lane, traducido al español significa carril de estacionamiento.

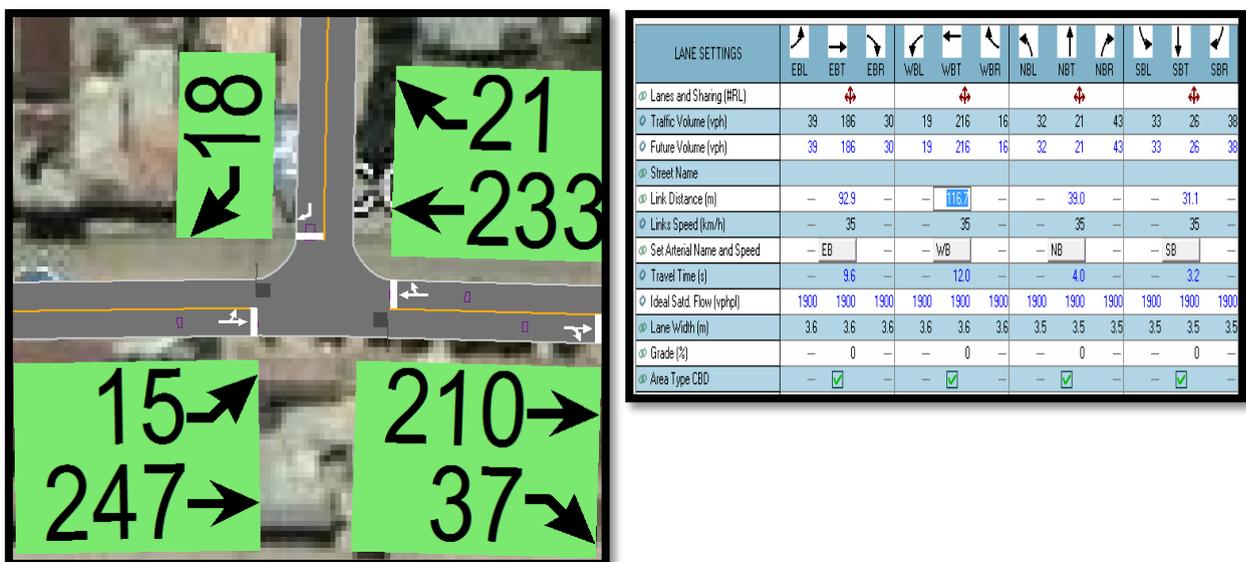
Figura. 99 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°9



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 3: Se define la velocidad de enlace – links speed, posteriormente se define el ancho de carril – lane width, luego se ingresa el porcentaje de grado de inclinación de la vía – grade %, luego se verifica el tipo de área de la vía – área type se selecciona CBD si el carril esta aledaño a zonas comerciales o centrales de negocios.

Figura. 100 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°9



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11



Al definir todos estos valores de entrada, el software procede a realizar los cálculos solicitados. A continuación, se sustentan los resultados de la que ofrece el software de la banda de opciones LANE SETTINGS – configuración de carril, resultados conllevados para cada intersección en estudio.

Tabla. 62 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°9

LANE SETTINGS												
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	↕			↕			↕			↕		
Traffic Volume (vph)	39	186	30	19	216	16	32	21	43	33	26	38
Future Volume (vph)	39	186	30	19	216	16	32	21	43	33	26	38
Street Name												
Link Distance (m)	–	92.9	–	–	116.7	–	–	39.0	–	–	31.1	–
Links Speed (km/h)	–	35	–	–	35	–	–	35	–	–	35	–
Set Arterial Name and Speed	–	EB	–	–	WB	–	–	NB	–	–	SB	–
Travel Time (s)	–	9.6	–	–	12.0	–	–	4.0	–	–	3.2	–
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Grade (%)	–	0	–	–	0	–	–	0	–	–	0	–
Area Type CBD	–	<input checked="" type="checkbox"/>	–									
Storage Length (m)	0.0	–	0.0	0.0	–	0.0	0.0	–	0.0	0.0	–	0.0
Storage Lanes (#)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Right Turn Channelized	–	–	None									
Curb Radius (m)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Add Lanes (#)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor	–	0.984	–	–	0.992	–	–	0.940	–	–	0.947	–
Left Turn Factor (prot)	–	0.992	–	–	0.996	–	–	0.984	–	–	0.983	–
Saturated Flow Rate (prot)	–	1653	–	–	1673	–	–	1533	–	–	1543	–
Left Turn Factor (perm)	–	0.923	–	–	0.966	–	–	0.901	–	–	0.898	–
Right Ped Bike Factor	–	1.000	–	–	1.000	–	–	1.000	–	–	1.000	–
Left Ped Factor	–	1.000	–	–	1.000	–	–	1.000	–	–	1.000	–
Saturated Flow Rate (perm)	–	1538	–	–	1622	–	–	1404	–	–	1410	–
Right Turn on Red?	–	–	<input checked="" type="checkbox"/>									
Saturated Flow Rate (RTOR)	–	18	–	–	9	–	–	47	–	–	41	–
Link Is Hidden	–	<input type="checkbox"/>	–									
Hide Name in Node Title	–	<input type="checkbox"/>	–									

Fuente: Elaboración Syncho 11

Tabla. 63 traducción

Travel time – tiempo de viaje
Lane utilization factor – factor de utilización de carril
Right an left turn factor - Factor de giro a la derecha e izquierda
Saturated flow rate - Tasa de flujo de saturación
Right turn on rate – tasa de giro a la derecha

Fuente: Elaboración propia



A continuación, se sustentan los resultados de la que ofrece el software de la banda de opciones VOLUME SETTINGS – configuración de volumen, resultados conllevados para cada intersección en estudio.

Tabla. 64 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°9

VOLUME SETTINGS	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lanes and Sharing (#RL)						
Traffic Volume (vph)	15	247	233	21	0	18
Development Volume (vph)	0	0	0	0	0	0
Combined Volume (vph)	15	247	233	21	0	18
Future Volume (vph)	15	247	233	21	0	18
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	—	0	0	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	—	0	—	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Adjusted Flow (vph)	16	268	253	23	0	20
Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>					
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	0	—	0	—
Link OD Volumes	—	EB	WB	—	—	—
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	284	276	0	0	20

Fuente: Elaboración Syncho 11

Tabla. 65 traducción

Peak hour factor – factor de hora pico
Growth factor – factor de crecimiento
Right an left turn factor - Factor de giro a la derecha e izquierda
Saturated flow rate - Tasa de flujo de saturación
Right turn on rate – tasa de giro a la derecha

Fuente: Elaboración propia

Paso 4: Se introdujeron los datos del tipo de semáforos, fases, así como sus respectivos tiempos de luz verde, ámbar y roja. De esta forma el software por medio de la metodología del HCM, determina la tasa de flujo de saturación ajustada, la capacidad, la relación volumen/capacidad, tiempos de demora y nivel de servicio según los datos ingresados para cada carril por separado.

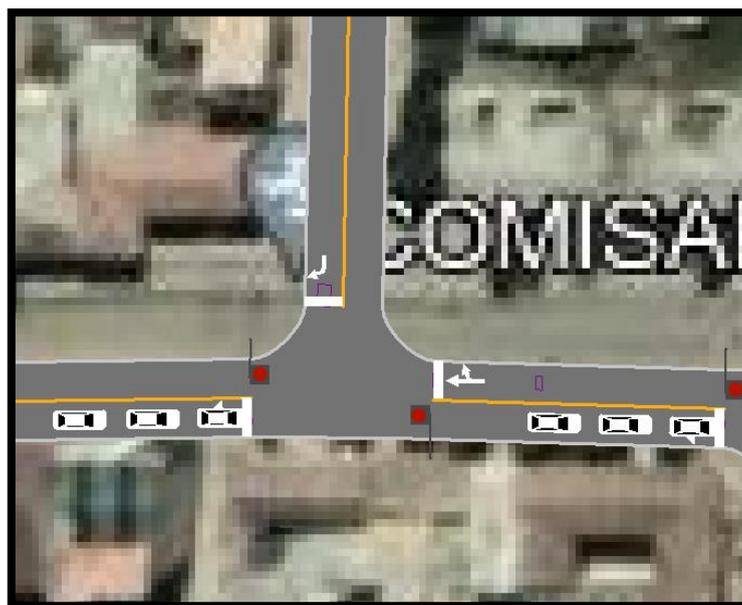
Tabla. 66 Ventana de Ajuste de metodología **HCM 2016** de la Intersección N°9

PHASING SETTINGS	4-EBTL	6-SBR	8-WBT
Minimum Initial (s)	5.0	5.0	5.0
Minimum Split (s)	22.5	22.5	22.5
Maximum Split (s)	22.5	22.5	22.5
Yellow Time (s)	3.5	3.5	3.5
All-Red Time (s)	1.0	1.0	1.0
Lagging Phase?	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—
Optimize Phs Weights - Delays	1.0	1.0	1.0
Vehicle Extension (s)	3.0	3.0	3.0
Minimum Gap (s)	3.0	3.0	3.0
Time Before Reduce (s)	0.0	0.0	0.0
Time To Reduce (s)	0.0	0.0	0.0
Recall Mode	Max	Max	Max
Pedestrian Phase	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Walk Time (s)	7.0	7.0	7.0
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0	11.0
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0	0
Dual Entry?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fixed Force Off?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
90th %ile Green Time (s)	18 mr	18 cd	18 mr
70th %ile Green Time (s)	18 mr	18 cd	18 mr
50th %ile Green Time (s)	18 mr	18 cd	18 mr
30th %ile Green Time (s)	18 mr	18 cd	18 mr
10th %ile Green Time (s)	18 mr	18 cd	18 mr

Fuente: Synchro 11

Paso 5: En esta parte se le da clic el botón que nos lleva al SimTraffic 11 y exportar automáticamente el trabajo al otro software y presionando a continuación el botón de “play” se simula el movimiento visto desde arriba de la intersección.

Figura. 101 Simulación de la Intersección N°9

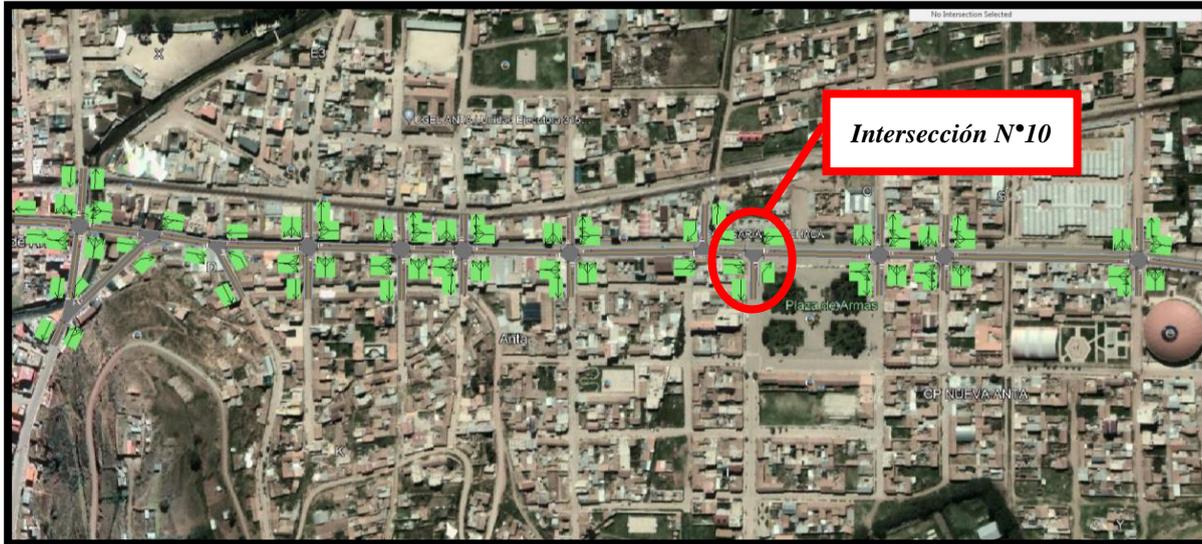


Fuente: Synchro 11

Intersección N°10 (Jaquijahuana con Plaza)

Paso 1: Primero se define el fondo con una foto satelital en planta de la zona del análisis tomada desde el aplicativo Google Earth anotando la escala adecuada en el programa, luego pasamos trazar las Calles e intersecciones.

Figura. 102 Vista en planta de las Intersecciones de las vías



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 2: Se definen la distribución del grupo de carriles para cada direcciones de movimiento a partir de los datos del análisis de tránsito, aforo vehicular hora pico con que se ha levantado.

Figura. 103 Vista en planta de los movimientos y direcciones de la Intersección N°10



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 2: Se define los volúmenes de flujo vehicular en determinado carril ingresando estos datos al software para su procesamiento. Para tal cálculo se verifica que no existen maniobras de parqueo en dicha intersección de existir se selecciona en el software Volume Settings – adj. Parking lane, traducido al español significa carril de estacionamiento.

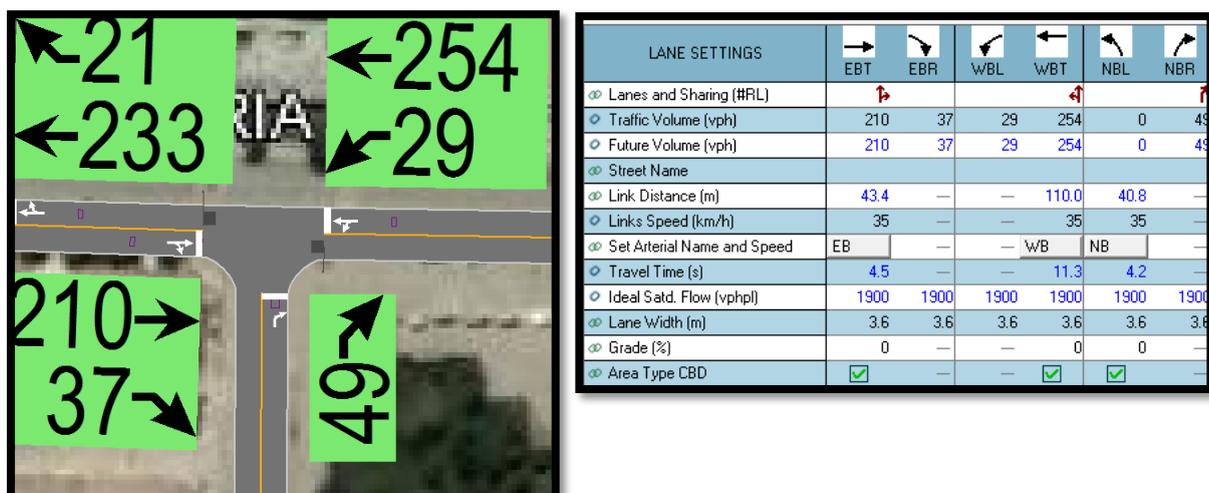
Figura. 104 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°10



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 3: Se define la velocidad de enlace – links speed, posteriormente se define el ancho de carril – lane width, luego se ingresa el porcentaje de grado de inclinación de la vía – grade %, luego se verifica el tipo de área de la vía – área type se selecciona CBD si el carril esta aledaño a zonas comerciales o centrales de negocios.

Figura. 105 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°10



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11



Al definir todos estos valores de entrada, el software procede a realizar los cálculos solicitados. A continuación, se sustentan los resultados de la que ofrece el software de la banda de opciones LANE SETTINGS – configuración de carril, resultados conllevados para cada intersección en estudio.

Tabla. 67 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°10

LANE SETTINGS	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Lanes and Sharing (#RL)						
Traffic Volume (vph)	210	37	29	254	0	49
Future Volume (vph)	210	37	29	254	0	49
Street Name						
Link Distance (m)	43.4	—	—	110.0	40.8	—
Links Speed (km/h)	35	—	—	35	35	—
Set Arterial Name and Speed	EB	—	—	WB	NB	—
Travel Time (s)	4.5	—	—	11.3	4.2	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Grade (%)	0	—	—	0	0	—
Area Type CBD	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—
Storage Length (m)	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0
Storage Lanes (#)	—	—	—	—	—	—
Right Turn Channelized	—	None	—	None	—	None
Curb Radius (m)	—	—	—	—	—	—
Add Lanes (#)	—	—	—	—	—	—
Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor	0.980	—	—	1.000	—	0.869
Left Turn Factor (prot)	1.000	—	—	0.995	—	1.000
Saturated Flow Rate (prot)	1643	—	—	1668	—	1450
Left Turn Factor (perm)	1.000	—	—	0.950	—	1.000
Right Ped Bike Factor	1.000	—	—	1.000	—	1.000
Left Ped Factor	1.000	—	—	1.000	—	1.000
Saturated Flow Rate (perm)	1643	—	—	1593	—	1450
Right Turn on Red?	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>
Saturated Flow Rate (RTOR)	23	—	—	0	—	525
Link Is Hidden	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—
Hide Name in Node Title	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—

Fuente: Elaboración Syncho 11

Tabla 68 traducción

Travel time – tiempo de viaje
Lane utilization factor – factor de utilización de carril
Right an left turn factor - Factor de giro a la derecha e izquierda
Saturated flow rate - Tasa de flujo de saturación
Right turn on rate – tasa de giro a la derecha

Fuente: Elaboración propia



A continuación, se sustentan los resultados de la que ofrece el software de la banda de opciones VOLUME SETTINGS – configuración de volumen, resultados conllevados para cada intersección en estudio.

Tabla. 69 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°10

VOLUME SETTINGS	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Lanes and Sharing (#RL)	1					
Traffic Volume (vph)	210	37	29	254	0	49
Development Volume (vph)	0	0	0	0	0	0
Combined Volume (vph)	210	37	29	254	0	49
Future Volume (vph)	210	37	29	254	0	49
Conflicting Peds. (#/hr)	—	0	0	—	0	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	0	—	—	—	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Adjusted Flow (vph)	228	40	32	276	0	53
Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>					
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	0	—	—	0	0	—
Link OD Volumes	EB	—	—	WB	—	—
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	268	0	0	308	0	53

Fuente: Elaboración Syncho 11

Tabla. 70 traducción

Peak hour factor – factor de hora pico
Growth factor – factor de crecimiento
Right an left turn factor - Factor de giro a la derecha e izquierda
Saturated flow rate - Tasa de flujo de saturación
Right turn on rate – tasa de giro a la derecha

Fuente: Elaboración propia

Paso 4: Se introdujeron los datos del tipo de semáforos, fases, así como sus respectivos tiempos de luz verde, ámbar y roja. De esta forma el software por medio de la metodología del HCM, determina la tasa de flujo de saturación ajustada, la capacidad, la relación volumen/capacidad, tiempos de demora y nivel de servicio según los datos ingresados para cada carril por separado.

Tabla. 71 Ventana de Ajuste de metodología **HCM 2016** de la Intersección N°10

PHASING SETTINGS			
	2-NBR	4-EBT	8-WBTL
Minimum Initial (s)	5.0	5.0	5.0
Minimum Split (s)	22.5	22.5	22.5
Maximum Split (s)	22.5	22.5	22.5
Yellow Time (s)	3.5	3.5	3.5
All-Red Time (s)	1.0	1.0	1.0
Lagging Phase?	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—
Optimize Phs Weights - Delays	1.0	1.0	1.0
Vehicle Extension (s)	3.0	3.0	3.0
Minimum Gap (s)	3.0	3.0	3.0
Time Before Reduce (s)	0.0	0.0	0.0
Time To Reduce (s)	0.0	0.0	0.0
Recall Mode	Max	Max	Max
Pedestrian Phase	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Walk Time (s)	7.0	7.0	7.0
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0	11.0
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0	0
Dual Entry?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fixed Force Off?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
90th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 mr
70th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 mr
50th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 mr
30th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 mr
10th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 mr

Fuente: Synchro 11

Paso 5: En esta parte se le da clic el botón que nos lleva al SimTraffic 11 y exportar automáticamente el trabajo al otro software y presionando a continuación el botón de “play” se simula el movimiento visto desde arriba de la intersección.

Figura. 106 Simulación de la Intersección N°10

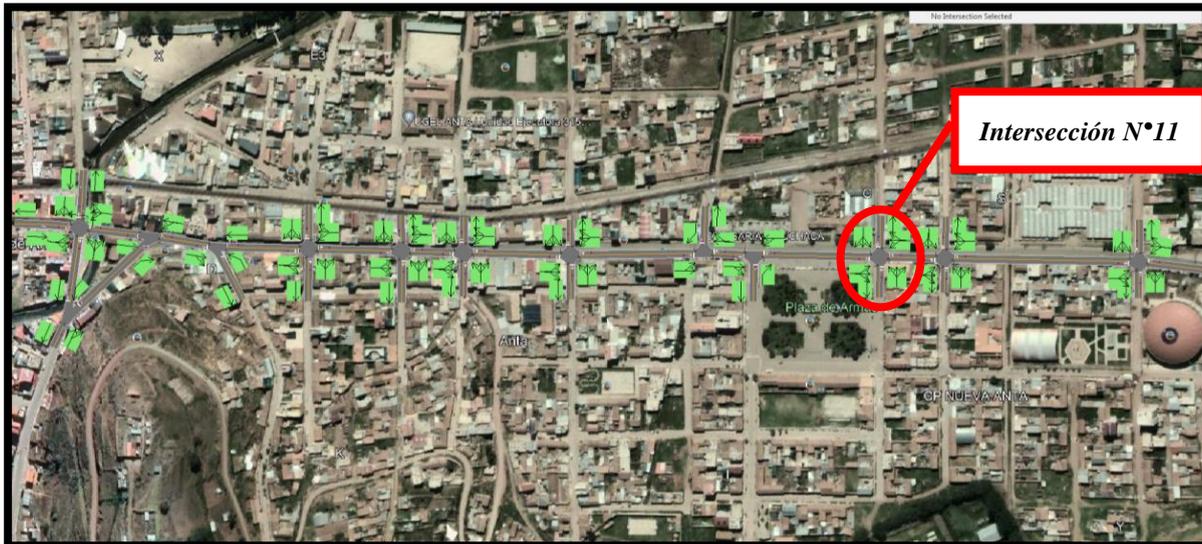


Fuente: Synchro 11

Intersección N°11 (Jaquijahuana con Plaza)

Paso 1: Primero se define el fondo con una foto satelital en planta de la zona del análisis tomada desde el aplicativo Google Earth anotando la escala adecuada en el programa, luego pasamos trazar las Calles e intersecciones.

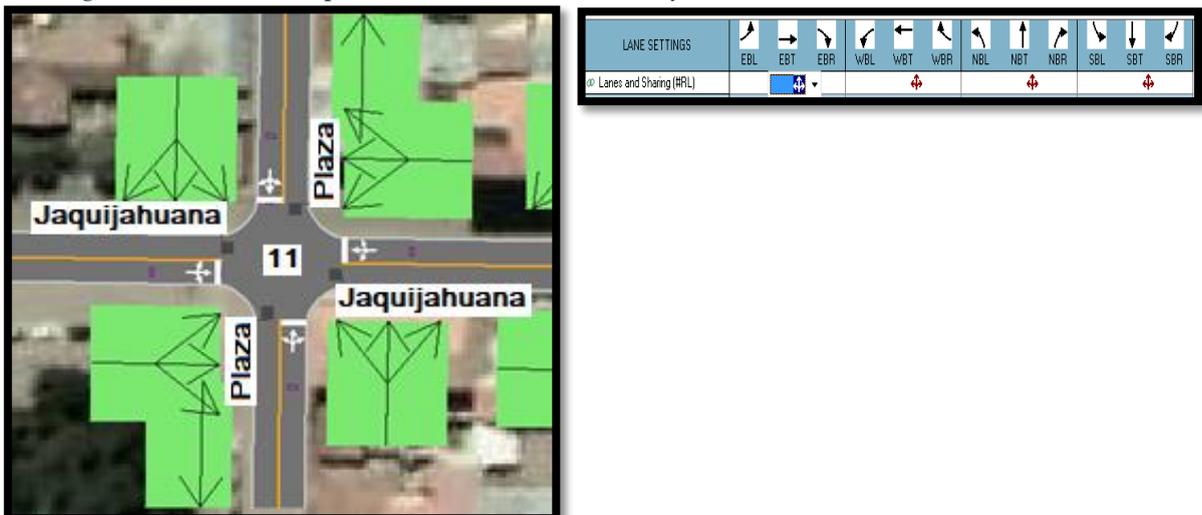
Figura. 107 Vista en planta de las Intersecciones de las vías



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 2: Se definen la distribución del grupo de carriles para cada dirección de movimiento a partir de los datos del análisis de tránsito, aforo vehicular hora pico con que se ha levantado.

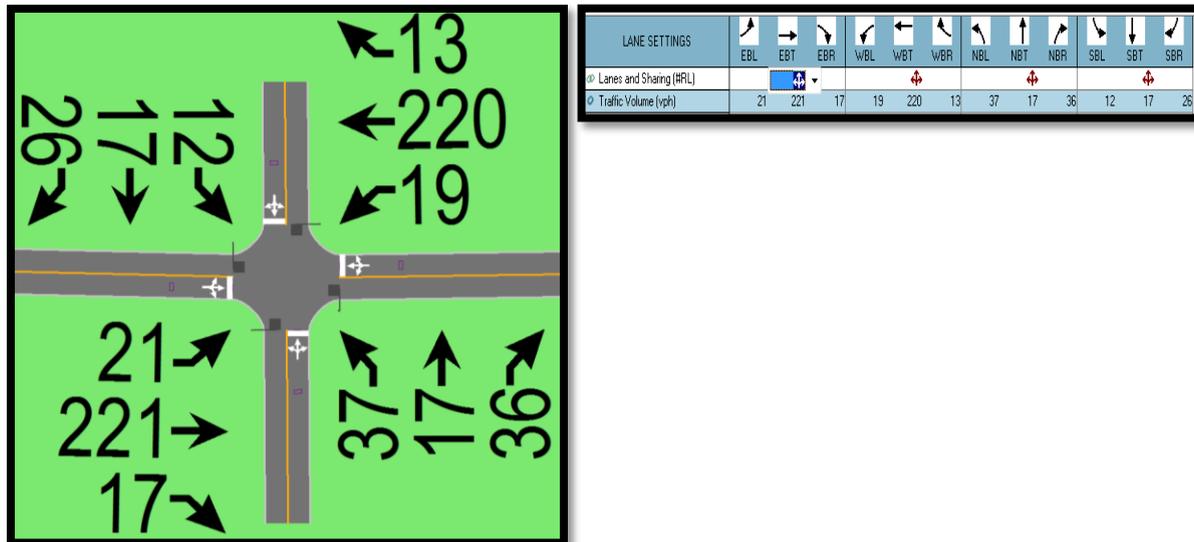
Figura. 108 Vista en planta de los movimientos y direcciones de la Intersección N°11



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 2: Se define los volúmenes de flujo vehicular en determinado carril ingresando estos datos al software para su procesamiento. Para tal cálculo se verifica que no existen maniobras de parqueo en dicha intersección de existir se selecciona en el software Volumen Settings – adj. Parking lane, traducido al español significa carril de estacionamiento.

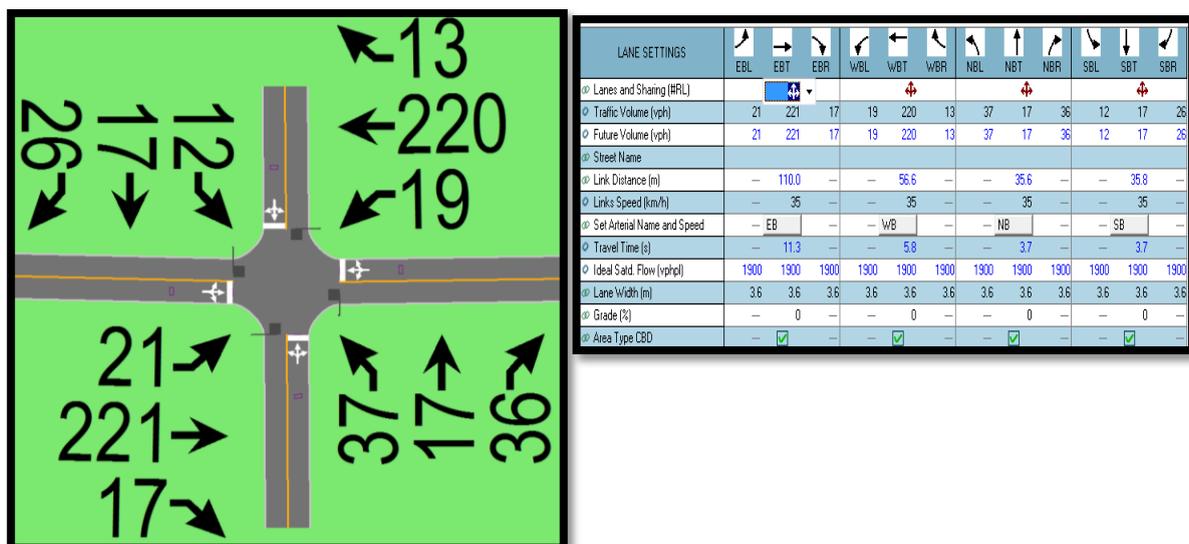
Figura. 109 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°11



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 3: Se define la velocidad de enlace – links speed, posteriormente se define el ancho de carril – lane width, luego se ingresa el porcentaje de grado de inclinación de la vía – grade %, luego se verifica el tipo de área de la vía – área type se selecciona CBD si el carril esta aledaño a zonas comerciales o centrales de negocios.

Figura. 110 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°11



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11



Al definir todos estos valores de entrada, el software procede a realizar los cálculos solicitados. A continuación, se sustentan los resultados de la que ofrece el software de la banda de opciones LANE SETTINGS – configuración de carril, resultados conllevados para cada intersección en estudio.

Tabla. 72 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°11

LANE SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)		<input type="text" value="4"/>										
Traffic Volume (vph)	21	221	17	19	220	13	37	17	36	12	17	26
Future Volume (vph)	21	221	17	19	220	13	37	17	36	12	17	26
Street Name												
Link Distance (m)	–	110.0	–	–	56.6	–	–	35.6	–	–	35.8	–
Links Speed (km/h)	–	35	–	–	35	–	–	35	–	–	35	–
Set Arterial Name and Speed	–	EB	–	–	WB	–	–	NB	–	–	SB	–
Travel Time (s)	–	11.3	–	–	5.8	–	–	3.7	–	–	3.7	–
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Grade (%)	–	0	–	–	0	–	–	0	–	–	0	–
Area Type CBD	–	<input checked="" type="checkbox"/>	–									
Storage Length (m)	0.0	–	0.0	0.0	–	0.0	0.0	–	0.0	0.0	–	0.0
Storage Lanes (#)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Right Turn Channelized	–	–	None									
Curb Radius (m)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Add Lanes (#)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor	–	0.991	–	–	0.993	–	–	0.946	–	–	0.936	–
Left Turn Factor (prot)	–	0.996	–	–	0.996	–	–	0.980	–	–	0.989	–
Saturated Flow Rate (prot)	–	1655	–	–	1658	–	–	1554	–	–	1552	–
Left Turn Factor (perm)	–	0.963	–	–	0.966	–	–	0.891	–	–	0.949	–
Right Ped Bike Factor	–	1.000	–	–	1.000	–	–	1.000	–	–	1.000	–
Left Ped Factor	–	1.000	–	–	1.000	–	–	1.000	–	–	1.000	–
Saturated Flow Rate (perm)	–	1600	–	–	1608	–	–	1413	–	–	1489	–
Right Turn on Red?	–	–	<input checked="" type="checkbox"/>									
Saturated Flow Rate (RTOR)	–	9	–	–	7	–	–	39	–	–	28	–
Link Is Hidden	–	<input type="checkbox"/>	–									
Hide Name in Node Title	–	<input type="checkbox"/>	–									

Fuente: Elaboración Syncho 11

Tabla. 73 traducción

Travel time – tiempo de viaje
Lane utilization factor – factor de utilización de carril
Right an left turn factor - Factor de giro a la derecha e izquierda
Saturated flow rate - Tasa de flujo de saturación
Right turn on rate – tasa de giro a la derecha

Fuente: Elaboración propia



A continuación, se sustentan los resultados de la que ofrece el software de la banda de opciones VOLUME SETTINGS – configuración de volumen, resultados conllevados para cada intersección en estudio.

Tabla. 74 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°11

VOLUME SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	[Icon]			[Icon]			[Icon]			[Icon]		
Traffic Volume (vph)	21	221	17	19	220	13	37	17	36	12	17	28
Development Volume (vph)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Combined Volume (vph)	21	221	17	19	220	13	37	17	36	12	17	28
Future Volume (vph)	21	221	17	19	220	13	37	17	36	12	17	28
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Adjusted Flow (vph)	23	240	18	21	239	14	40	18	39	13	18	28
Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>											
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Link OD Volumes	—	EB	—	—	WB	—	—	—	—	—	—	—
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	281	0	0	274	0	0	97	0	0	59	0

Fuente: Elaboración Syncho 11

Tabla. 75 traducción

Peak hour factor – factor de hora pico
Growth factor – factor de crecimiento
Right an left turn factor - Factor de giro a la derecha e izquierda
Saturated flow rate - Tasa de flujo de saturación
Right turn on rate – tasa de giro a la derecha

Fuente: Elaboración propia

Paso 4: Se introdujeron los datos del tipo de semáforos, fases, así como sus respectivos tiempos de luz verde, ámbar y roja. De esta forma el software por medio de la metodología del HCM, determina la tasa de flujo de saturación ajustada, la capacidad, la relación volumen/capacidad, tiempos de demora y nivel de servicio según los datos ingresados para cada carril por separado.

Tabla. 76 Ventana de Ajuste de metodología **HCM 2016** de la Intersección N°11

PHASING SETTINGS				
	2-NBTL	4-EBTL	6-SBTL	8-WBTL
Minimum Initial (s)	5.0	5.0	5.0	5.0
Minimum Split (s)	22.5	22.5	22.5	22.5
Maximum Split (s)	22.5	22.5	22.5	22.5
Yellow Time (s)	3.5	3.5	3.5	3.5
All-Red Time (s)	1.0	1.0	1.0	1.0
Lagging Phase?	—	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—	—
Optimize Phs Weights - Delays	1.0	1.0	1.0	1.0
Vehicle Extension (s)	3.0	3.0	3.0	3.0
Minimum Gap (s)	3.0	3.0	3.0	3.0
Time Before Reduce (s)	0.0	0.0	0.0	0.0
Time To Reduce (s)	0.0	0.0	0.0	0.0
Recall Mode	Max	Max	Max	Max
Pedestrian Phase	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Walk Time (s)	7.0	7.0	7.0	7.0
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0	11.0	11.0
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0	0	0
Dual Entry?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fixed Force Off?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
90th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr
70th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr
50th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr
30th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr
10th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr

Fuente: Synchro 11

Paso 5: En esta parte se le da clic el botón que nos lleva al SimTraffic 11 y exportar automáticamente el trabajo al otro software y presionando a continuación el botón de “play” se simula el movimiento visto desde arriba de la intersección.

Figura. 111 Simulación de la Intersección N°11

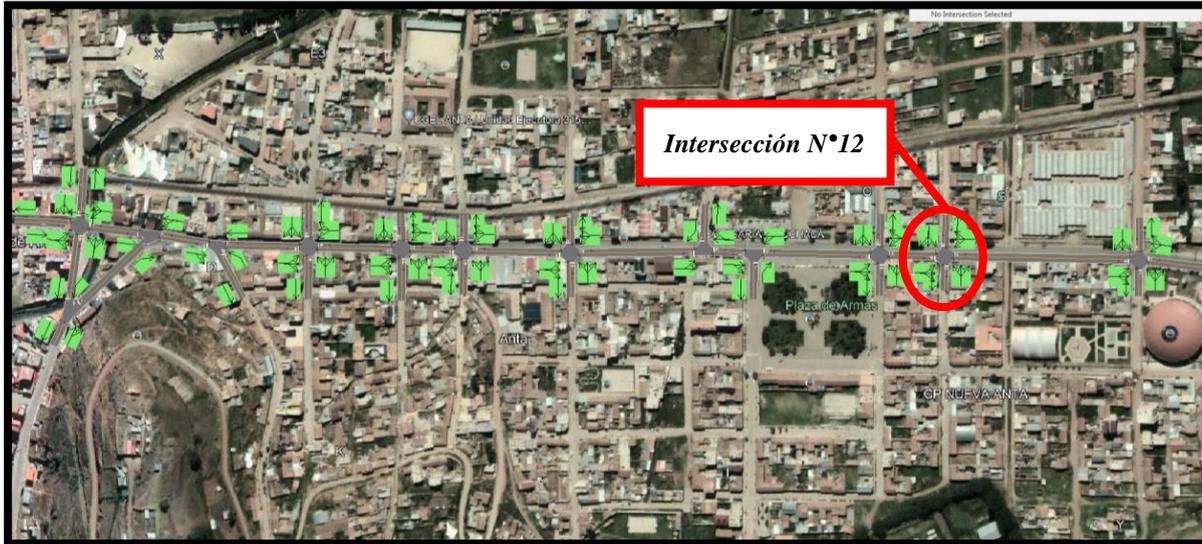


Fuente: Synchro 11

Intersección N°12 (Jaquijahuana con Inmaculada)

Paso 1: Primero se define el fondo con una foto satelital en planta de la zona del análisis tomada desde el aplicativo Google Earth anotando la escala adecuada en el programa, luego pasamos trazar las Calles e intersecciones.

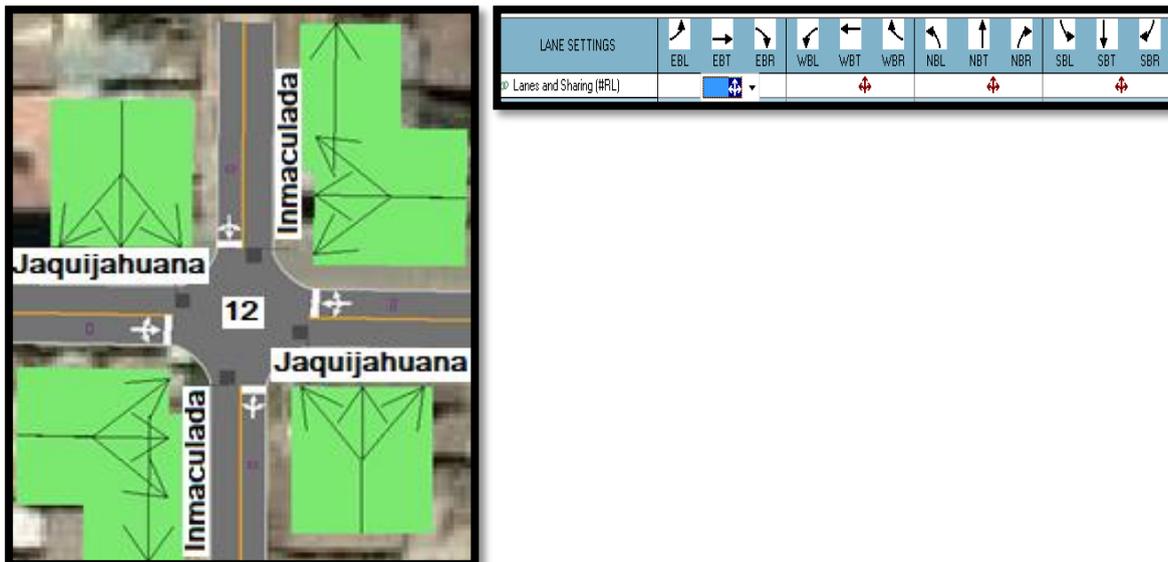
Figura. 112 Vista en planta de las Intersecciones de las vías



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 2: Se definen la distribución del grupo de carriles para cada direcciones de movimiento a partir de los datos del análisis de tránsito, aforo vehicular hora pico con que se ha levanto.

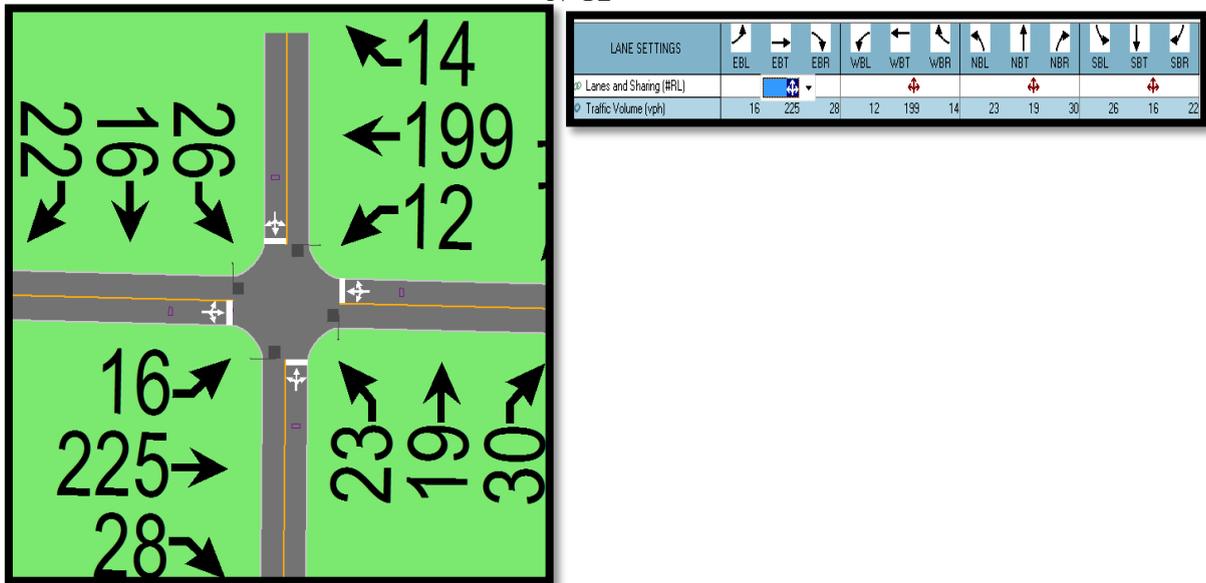
Figura. 113 Vista en planta de los movimientos y direcciones de la Intersección N°12



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 2: Se define los volúmenes de flujo vehicular en determinado carril ingresando estos datos al software para su procesamiento. Para tal cálculo se verifica que no existen maniobras de parqueo en dicha intersección de existir se selecciona en el software Volume Settings – adj. Parking lane, traducido al español significa carril de estacionamiento.

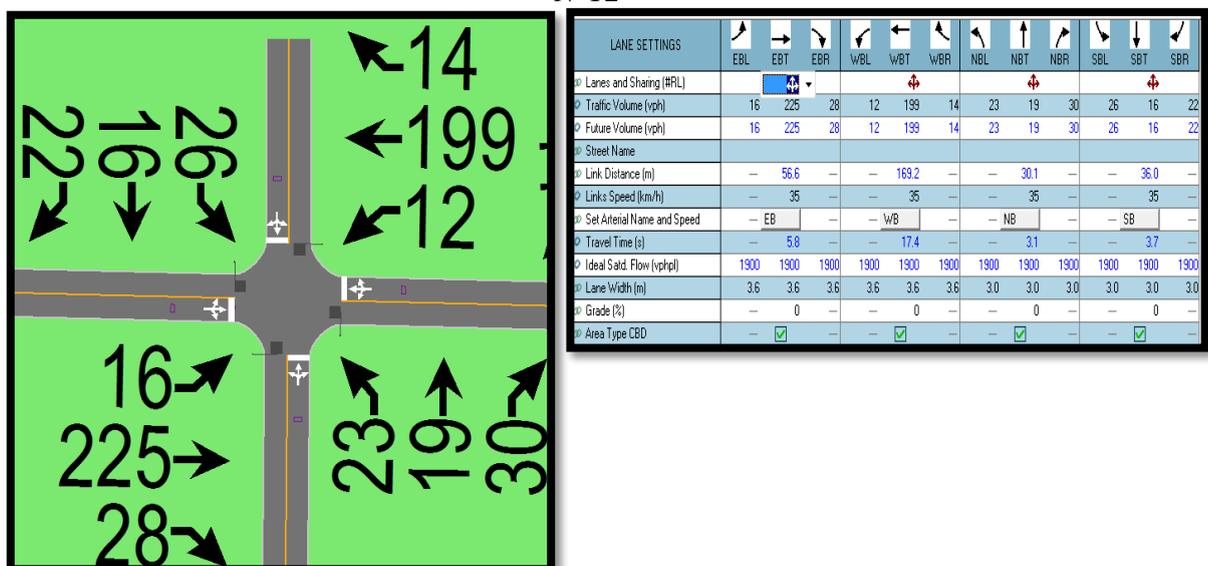
Figura 114. Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°12



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 3: Se define la velocidad de enlace – links speed, posteriormente se define el ancho de carril – lane width, luego se ingresa el porcentaje de grado de inclinación de la vía – grade %, luego se verifica el tipo de área de la vía – área type se selecciona CBD si el carril esta aledaño a zonas comerciales o centrales de negocios.

Figura. 115 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°12



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11



Al definir todos estos valores de entrada, el software procede a realizar los cálculos solicitados. A continuación se sustentan los resultados de la que ofrece el software de la banda de opciones LANE SETTINGS – configuración de carril, resultados conllevados para cada intersección en estudio.

Tabla. 77 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°12

LANE SETTINGS												
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)		4										
Traffic Volume (vph)	16	225	28	12	199	14	23	19	30	26	16	22
Future Volume (vph)	16	225	28	12	199	14	23	19	30	26	16	22
Street Name												
Link Distance (m)	–	56.6	–	–	169.2	–	–	30.1	–	–	36.0	–
Links Speed (km/h)	–	35	–	–	35	–	–	35	–	–	35	–
Set Arterial Name and Speed	–	EB	–	–	WB	–	–	NB	–	–	SB	–
Travel Time (s)	–	5.8	–	–	17.4	–	–	3.1	–	–	3.7	–
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Grade (%)	–	0	–	–	0	–	–	0	–	–	0	–
Area Type CBD	–	<input checked="" type="checkbox"/>	–									
Storage Length (m)	0.0	–	0.0	0.0	–	0.0	0.0	–	0.0	0.0	–	0.0
Storage Lanes (#)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Right Turn Channelized	–	–	None									
Curb Radius (m)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Add Lanes (#)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor	–	0.986	–	–	0.992	–	–	0.944	–	–	0.953	–
Left Turn Factor (prot)	–	0.997	–	–	0.997	–	–	0.984	–	–	0.980	–
Saturated Flow Rate (prot)	–	1648	–	–	1658	–	–	1453	–	–	1461	–
Left Turn Factor (perm)	–	0.977	–	–	0.978	–	–	0.922	–	–	0.898	–
Right Ped Bike Factor	–	1.000	–	–	1.000	–	–	1.000	–	–	1.000	–
Left Ped Factor	–	1.000	–	–	1.000	–	–	1.000	–	–	1.000	–
Saturated Flow Rate (perm)	–	1615	–	–	1626	–	–	1362	–	–	1339	–
Right Turn on Red?	–	–	<input checked="" type="checkbox"/>									
Saturated Flow Rate (RTOR)	–	15	–	–	9	–	–	33	–	–	24	–
Link Is Hidden	–	<input type="checkbox"/>	–									
Hide Name in Node Title	–	<input type="checkbox"/>	–									

Fuente: Elaboración Syncho 11

Tabla. 78 traducción

Travel time – tiempo de viaje
Lane utilization factor – factor de utilización de carril
Right an left turn factor - Factor de giro a la derecha e izquierda
Saturated flow rate - Tasa de flujo de saturación
Right turn on rate – tasa de giro a la derecha

Fuente: Elaboración propia

A continuación se sustentan los resultados de la que ofrece el software de la banda de opciones VOLUME SETTINGS – configuración de volumen, resultados conllevados para cada intersección en estudio.

Tabla. 79 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°12

VOLUME SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#/FL)	4			2			2			2		
Traffic Volume (vph)	16	225	28	12	199	14	23	19	30	26	16	22
Development Volume (vph)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Combined Volume (vph)	16	225	28	12	199	14	23	19	30	26	16	22
Future Volume (vph)	16	225	28	12	199	14	23	19	30	26	16	22
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Adjusted Flow (vph)	17	245	30	13	216	15	25	21	33	28	17	24
Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>											
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Link OD Volumes	EB			WB								
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	292	0	0	244	0	0	79	0	0	69	0

Fuente: Elaboración Syncho 11

Tabla. 80 traducción

Peak hour factor – factor de hora pico
Growth factor – factor de crecimiento
Right an left turn factor - Factor de giro a la derecha e izquierda
Saturated flow rate - Tasa de flujo de saturación
Right turn on rate – tasa de giro a la derecha

Fuente: Elaboración propia

Paso 4: Se introdujeron los datos del tipo de semáforos, fases, así como sus respectivos tiempos de luz verde, ámbar y roja. De esta forma el software por medio de la metodología del HCM, determina la tasa de flujo de saturación ajustada, la capacidad, la relación volumen/capacidad, tiempos de demora y nivel de servicio según los datos ingresados para cada carril por separado.

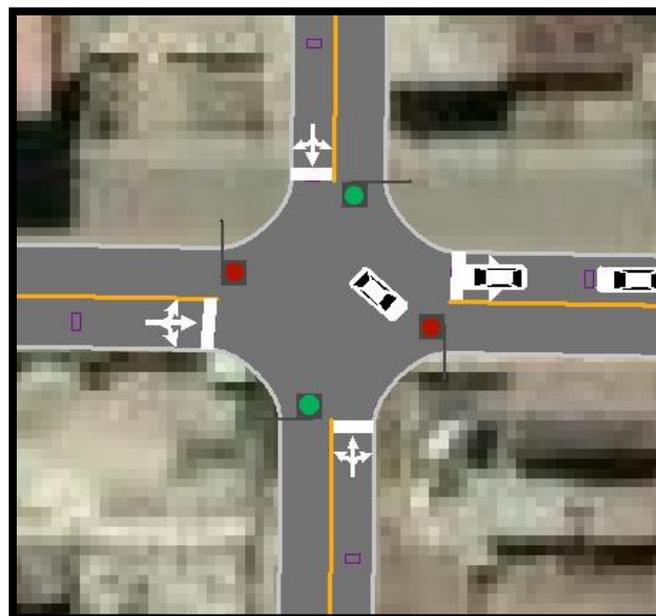
Tabla. 81 Ventana de Ajuste de metodología **HCM 2016** de la Intersección N°12

PHASING SETTINGS	2-NBTL	4-EBTL	6-SBTL	8-WBTL
Minimum Initial (s)	5.0	5.0	5.0	5.0
Minimum Split (s)	22.5	22.5	22.5	22.5
Maximum Split (s)	22.5	22.5	22.5	22.5
Yellow Time (s)	3.5	3.5	3.5	3.5
All-Red Time (s)	1.0	1.0	1.0	1.0
Lagging Phase?	—	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—	—
Optimize Phs Weights - Delays	1.0	1.0	1.0	1.0
Vehicle Extension (s)	3.0	3.0	3.0	3.0
Minimum Gap (s)	3.0	3.0	3.0	3.0
Time Before Reduce (s)	0.0	0.0	0.0	0.0
Time To Reduce (s)	0.0	0.0	0.0	0.0
Recall Mode	Max	Max	Max	Max
Pedestrian Phase	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Walk Time (s)	7.0	7.0	7.0	7.0
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0	11.0	11.0
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0	0	0
Dual Entry?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fixed Force Off?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
90th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr
70th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr
50th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr
30th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr
10th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr

Fuente: Synchro 11

Paso 5: En esta parte se le da clic el botón que nos lleva al SimTraffic 11 y exportar automáticamente el trabajo al otro software y presionando a continuación el botón de “play” se simula el movimiento visto desde arriba de la intersección.

Figura. 116 Simulación de la Intersección N°12



Fuente: Synchro 11

Intersección N°13 (Carretera PE-3S con Coliseo)

Paso 1: Primero se define el fondo con una foto satelital en planta de la zona del análisis tomada desde el aplicativo Google Earth anotando la escala adecuada en el programa, luego pasamos trazar las Calles e intersecciones.

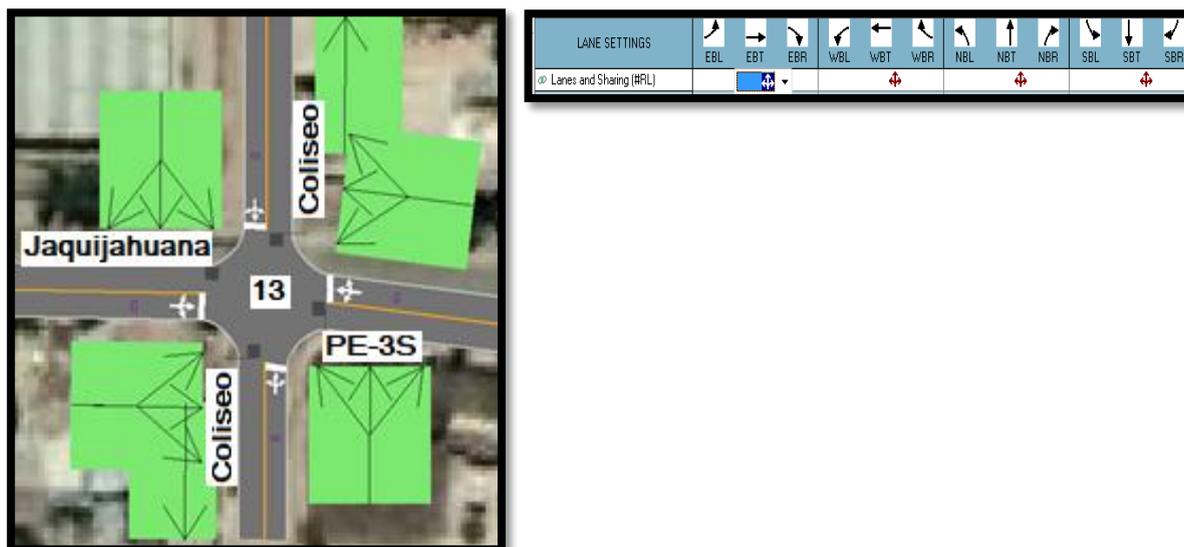
Figura. 117 Vista en planta de las Intersecciones de las vías



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 2: Se definen la distribución del grupo de carriles para cada direcciones de movimiento a partir de los datos del análisis de tránsito, aforo vehicular hora pico con que se ha levantado.

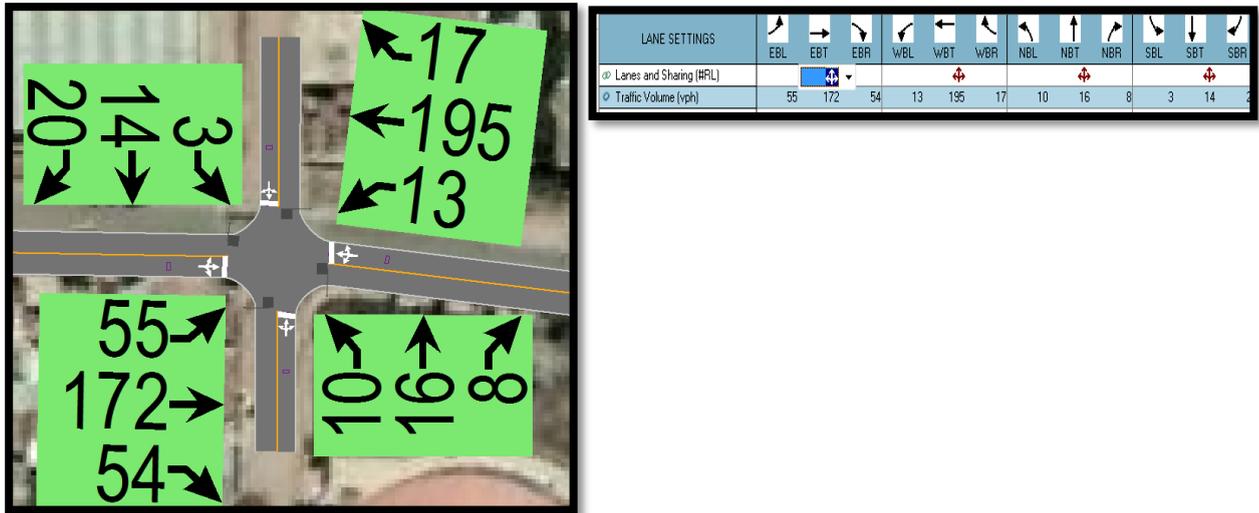
Figura. 118 Vista en planta de los movimientos y direcciones de la Intersección N°13



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 2: Se define los volúmenes de flujo vehicular en determinado carril ingresando estos datos al software para su procesamiento. Para tal cálculo se verifica que no existen maniobras de parqueo en dicha intersección de existir se selecciona en el software Volume Settings – adj. Parking lane, traducido al español significa carril de estacionamiento.

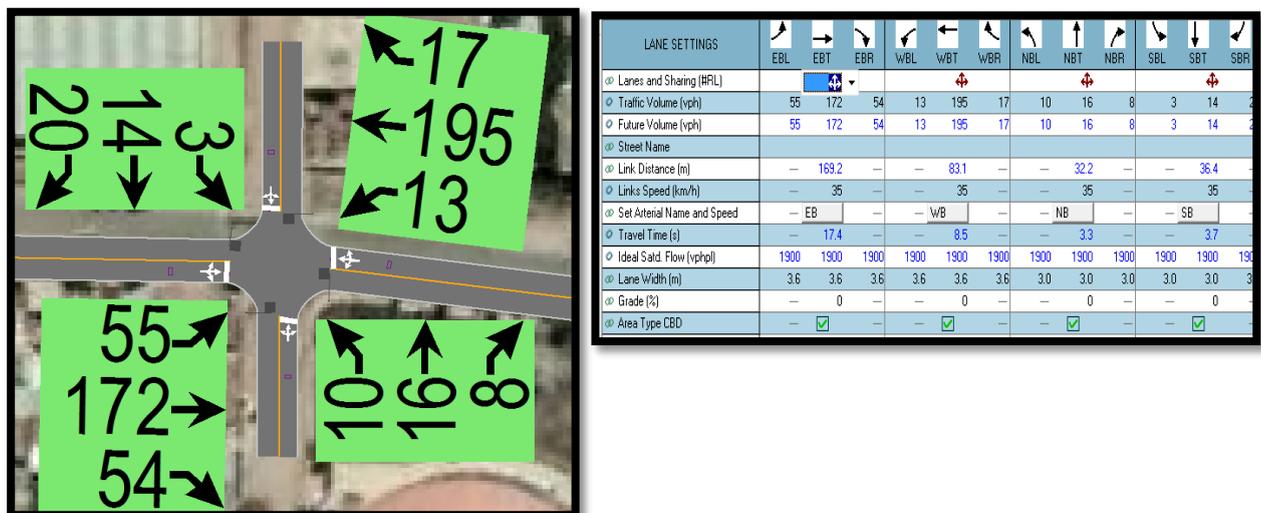
Figura. 119 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°13



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11

Paso 3: Se define la velocidad de enlace – links speed, posteriormente se define el ancho de carril – lane width, luego se ingresa el porcentaje de grado de inclinación de la vía – grade %, luego se verifica el tipo de área de la vía – área type se selecciona CBD si el carril esta aledaño a zonas comerciales o centrales de negocios.

Figura. 120 Vista en planta de los movimientos, direcciones y volúmenes de la Intersección N°13



Fuente: Elaboración Google Earth y Synchro 11



Al definir todos estos valores de entrada, el software procede a realizar los cálculos solicitados. A continuación se sustentan los resultados de la que ofrece el software de la banda de opciones LANE SETTINGS – configuración de carril, resultados conllevados para cada intersección en estudio.

Tabla. 82 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°13

LANE SETTINGS												
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)		<input type="checkbox"/>										
Traffic Volume (vph)	55	172	54	13	195	17	10	16	8	3	14	2
Future Volume (vph)	55	172	54	13	195	17	10	16	8	3	14	2
Street Name												
Link Distance (m)	—	169.2	—	—	83.1	—	—	32.2	—	—	36.4	—
Links Speed (km/h)	—	35	—	—	35	—	—	35	—	—	35	—
Set Arterial Name and Speed	—	EB	—	—	WB	—	—	NB	—	—	SB	—
Travel Time (s)	—	17.4	—	—	8.5	—	—	3.3	—	—	3.7	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Grade (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Area Type CBD	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—									
Storage Length (m)	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0
Storage Lanes (#)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Right Turn Channelized	—	—	None									
Curb Radius (m)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Add Lanes (#)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor	—	0.974	—	—	0.990	—	—	0.967	—	—	0.926	—
Left Turn Factor (prot)	—	0.990	—	—	0.997	—	—	0.985	—	—	0.996	—
Saturated Flow Rate (prot)	—	1617	—	—	1655	—	—	1490	—	—	1443	—
Left Turn Factor (perm)	—	0.899	—	—	0.976	—	—	0.946	—	—	0.989	—
Right Ped Bike Factor	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	—
Left Ped Factor	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	—
Saturated Flow Rate (perm)	—	1468	—	—	1620	—	—	1431	—	—	1433	—
Right Turn on Red?	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>									
Saturated Flow Rate (RTOR)	—	32	—	—	11	—	—	9	—	—	22	—
Link Is Hidden	—	<input type="checkbox"/>	—									
Hide Name in Node Title	—	<input type="checkbox"/>	—									

Fuente: Elaboración Syncho 11

Tabla. 83 traducción

Travel time – tiempo de viaje
Lane utilization factor – factor de utilización de carril
Right an left turn factor - Factor de giro a la derecha e izquierda
Saturated flow rate - Tasa de flujo de saturación
Right turn on rate – tasa de giro a la derecha

Fuente: Elaboración propia



A continuación se sustentan los resultados de la que ofrece el software de la banda de opciones VOLUME SETTINGS – configuración de volumen, resultados conllevados para cada intersección en estudio.

Tabla. 84 Cálculo de los factores y flujo de saturación de carriles en el área urbana de la intersección N°13

VOLUME SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)	↕			↕			↕			↕		
Traffic Volume (vph)	55	172	54	13	195	17	10	16	8	3	14	20
Development Volume (vph)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Combined Volume (vph)	55	172	54	13	195	17	10	16	8	3	14	20
Future Volume (vph)	55	172	54	13	195	17	10	16	8	3	14	20
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Adjusted Flow (vph)	60	187	59	14	212	18	11	17	9	3	15	21
Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>											
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Link OD Volumes	—	EB	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	306	0	0	244	0	0	37	0	0	40	0

Fuente: Elaboración Syncho 11

Tabla. 85 traducción

Peak hour factor – factor de hora pico
Growth factor – factor de crecimiento
Right an left turn factor - Factor de giro a la derecha e izquierda
Saturated flow rate - Tasa de flujo de saturación
Right turn on rate – tasa de giro a la derecha

Fuente: Elaboración propia

Paso 4: Se introdujeron los datos del tipo de semáforos, fases, así como sus respectivos tiempos de luz verde, ámbar y roja. De esta forma el software por medio de la metodología del HCM, determina la tasa de flujo de saturación ajustada, la capacidad, la relación volumen/capacidad, tiempos de demora y nivel de servicio según los datos ingresados para cada carril por separado.

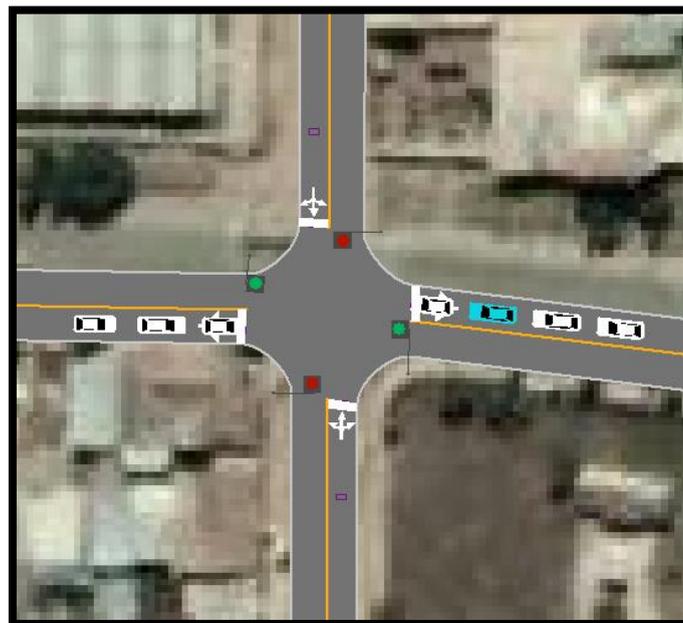
Tabla. 86 Ventana de Ajuste de metodología **HCM 2016** de la Intersección N°13

PHASING SETTINGS	2-NBTL	4-EBTL	6-SBTL	8-WBTL
Minimum Initial (s)	5.0	5.0	5.0	5.0
Minimum Split (s)	22.5	22.5	22.5	22.5
Maximum Split (s)	22.5	22.5	22.5	22.5
Yellow Time (s)	3.5	3.5	3.5	3.5
All-Red Time (s)	1.0	1.0	1.0	1.0
Lagging Phase?	—	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—	—
Optimize Phs Weights - Delays	1.0	1.0	1.0	1.0
Vehicle Extension (s)	3.0	3.0	3.0	3.0
Minimum Gap (s)	3.0	3.0	3.0	3.0
Time Before Reduce (s)	0.0	0.0	0.0	0.0
Time To Reduce (s)	0.0	0.0	0.0	0.0
Recall Mode	Max	Max	Max	Max
Pedestrian Phase	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Walk Time (s)	7.0	7.0	7.0	7.0
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0	11.0	11.0
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0	0	0
Dual Entry?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fixed Force Off?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
90th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr
70th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr
50th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr
30th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr
10th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr	18 cd	18 mr

Fuente: Synchro 11

Paso 5: En esta parte se le da clic el botón que nos lleva al SimTraffic 11 y exportar automáticamente el trabajo al otro software y presionando a continuación el botón de “play” se simula el movimiento visto desde arriba de la intersección.

Figura. 121 Simulación de la Intersección N°13



Fuente: Synchro 11

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Resultados del análisis del sistema vial actual

A continuación, se demuestra las intersecciones semaforizadas con su respectivo resultado y análisis.

Figura. 122 Simulación de la Intersección N°13



Fuente: Synchro 11

Tabla. 87 Resultado del análisis del sistema vial actual. Nivel de servicio y demoras (sin optimizar)

INTERSECCIÓN N°	DEMORAS (s/veh)	NIVEL DE SERVICIO
1	63	E
2	39	D
3	48	D
4	33	C
5	65	E
6	84	F
7	89	F
8	56	E
9	67	E
10	37	D
11	38	D
12	36	D
13	43	D

Dónde: **C:** *Demora 20-35 s/veh*
Volumen capacidad no supera a 1.0 volumen capacidad media
Progresión favorable
Duración de ciclo moderada
Falla de ciclo individual (uno o más vehículos en cola no logran salir)

- D:** *demora 35-55 s/veh*
Volumen capacidad no supera a 1.0 volumen capacidad alta
Progresión ineficaz
Duración de ciclo largo
Falla de ciclo perceptible (más de un vehículo en cola no logran salir)
- E:** *demora 55-80 s/veh*
Volumen capacidad no supera a 1.0 volumen capacidad alta
Progresión desfavorable
Duración de ciclo largo
Falla de ciclo frecuente (más de un vehículo en cola no logran salir)
- F:** *demora superior 80 s/veh*
Volumen capacidad superior a 1.0 volumen capacidad muy alta
Progresión muy pobre
Duración de ciclo largo
Falla de ciclo permanente (no permite borrar la cola)

Fuente: (Higway Capacity Manual **HCM**, 2016 y software Synchro 11)

4.2. Resultados del análisis del sistema vial optimizado

Analizado el sistema tal cual se encontró en campo se procedió a optimizar la vía haciendo uso del software Synchro 11, dichas vías semaforizadas optimizada en las respectivas intersecciones demuestran los siguientes resultados:

Figura. 123 Vista de resultados del análisis del sistema vial optimizado

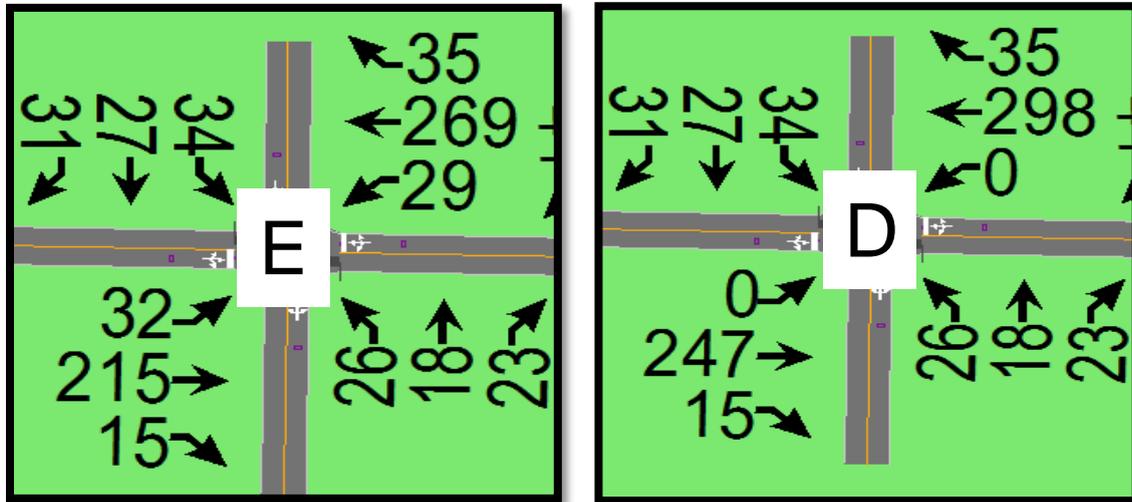


Fuente: Elaboración software Synchro 11

Acciones de optimización:

- Eliminar giros en las intersecciones N°5, N°6, N°7 y N°8

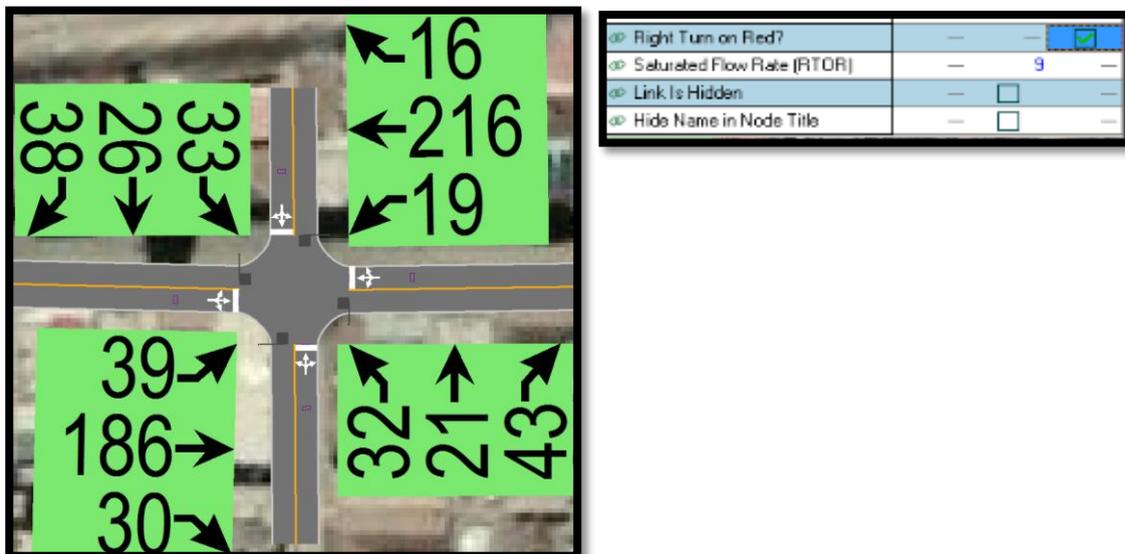
Figura. 124 Vista de acciones de optimización en intersección N°5



Fuente: Elaboración software Synchro 11

- Programación de semáforos en software Synchro 11, opción (right turn on red – girar a la derecha en rojo) acción realizada en las intersecciones N°2, N°5, N°6, N°7, N°8, N°9, N°10 y N°11

Figura. 125 Vista de acciones de optimización en intersección N°8



Fuente: Elaboración software Synchro 11



Tabla. 88 Resumen de niveles de servicio y demoras para las principales intersecciones optimizadas.

INTERSECCIÓN	DEMORAS	NIVEL DE SERVICIO
1	37	D
2	26	C
3	31	C
4	18	B
5	42	D
6	58	E
7	62	E
8	37	D
9	42	D
10	27	C
11	29	C
12	33	C
13	35	C

Fuente: (Highway Capacity Manual **HCM**, 2016 y software Synchro 11)

4.3. Tabla comparativa (sistema vial estado actual versus sistema vial optimizado)

Tabla. 89 Tabla comparativa

INTERS ECCIÓN N°	DEMORAS (s/veh) (Estado actual)	NIVEL DE SEVICIO	DEMORAS (s/veh) (Optimizado)	NIVEL DE SEVICIO	VARIACIÓN (s/veh)
1	63	E	37	D	-26
2	39	D	26	C	-13
3	48	D	31	C	-17
4	33	C	18	B	-15
5	65	E	42	D	-23
6	84	F	58	E	-26
7	89	F	62	E	-27
8	56	E	37	D	-19
9	67	E	42	D	-25
10	37	D	27	C	-10



11	38	D	29	C	-9
12	36	D	33	C	-6
13	43	D	35	C	-7

Fuente: (Higway Capacity Manual **HCM**, 2016 y software Synchro 11)

Comentarios

Realizado la optimización en las intersecciones y calculado los valores en esta presente investigación como aporte, se observa mejoras sustanciales en la mayoría de intersecciones, sin embargo, todavía hay intersecciones que aun optimizadas mantienen un nivel de servicio no acorde a la funcionabilidad así mismo se presentan demoras y pelotones de vehículos dada la cantidad de tráfico existente. Por ejemplo las intersecciones 6 y 7 con un nivel de servicio (F – demoras mayores a 80 s/veh) optimizadas estas intersecciones sufrieron una varianza a nivel de servicio (E – demora entre 55 y 80 s/veh) no logrando reducir su nivel de servicio a “D”, que es el nivel óptimo para zonas urbanas. Sin embargo, lo ideal al ser una zona urbana menor sería óptimo tener un nivel de servicio máximo de “C”. Dicho nivel no se logró en toda la vía aun siendo esta optimizada visto ello para garantizar un nivel de servicio óptimo menor o igual a (C) se plante la solución mediante una vía alterna para desviar parte del tráfico vehicular total.

Con respecto al Objetivo N° 05: Propuesta de Solución

De lo anteriormente expuesto y del análisis de la composición vehicular se destaca que como propuesta de solución se establecerá una vía de evitamiento la cual iniciará en la intersección con la carretera nacional PE – 3S (Emp. PE-3S - Anta) a través del camino vecinal (CU 1251), el cual tiene actualmente un ancho de vía promedio 7.00 mts y una pendiente ascendente promedio de 5.84 %, y topografía ondulada (oreografía tipo 2 y 3), en este tramo la carretera se encuentra en regular estado de conservación hasta llegar al Km. 01+943, a partir de este punto se realizará la apertura de la carretera y esta continuara con una pendiente descendente promedio de 4.94%, topografía ondulada (oreografía tipo 2) y un ancho de vía promedio es de 8.40 mts hasta llegar a la intersección con la carretera nacional PE – 3S. Haciendo así un total de 4+015km.

Tabla. 90 tipo de terreno por orografía

Tipo de terreno por orografía*		Plano: Tipo 1	Ondulado Tipo 2	Accidentado: Tipo 3	Escarpado: Tipo 4
Progresiva		Tipo de Terreno	Pendiente (%)		Ancho de plataforma
Del Km	Al Km		Max.	Mín.	
00+000	00+500	2	6%	3%	9.32
00+500	01+000	2	6%	3%	7.70
01+000	01+500	3	8%	6%	7.10
01+500	01+943	2	6%	3%	6.92
Tipo de terreno por orografía		Plano Tipo 1	Ondulado Tipo 2	Accidentado Tipo 3	Escarpado tipo 4
Pendiente (%)		p% < 3%	3% < p% < 6%	6% < p% < 8%	8% < p%

Fuente: Manual de Diseño Geometrico 2018

La plataforma de la vía actual hasta el Km 1+943 se encuentra a nivel de trocha carrozable en regular estado de conservación con un ancho promedio de 7.20 mts, sin bermas, no presenta cunetas laterales, el badén de manpostería ubicado en el km 00+700 se encuentra en mal estado de conservación. En la vía actual no se tiene señalización vertical.

Figura. 126 Baden dañado Prog. 0+700



Fuente: Elaboración propia

4.4. Propuesta de solución mediante la alternativa de una vía de evitamiento

4.4.1. Objetivo e importancia

Solucionar la circulación vehicular en la ciudad de Izcuchaca, provincia de Anta el cual fue sujeto de análisis y se verifico que no se cuenta con un nivel de servicio y capacidad vial óptima. Se propone esta solución para garantizar la transitabilidad permanente libre de interrupciones, movilizaciones mínimas y mejora de capacidad vial y servicio de la carretera nacional PE-3S en el corazón de la ciudad de Anta logrando así descongestionar la Av. Jaquijahuana.

Figura. 127 Inicio de vía evitamiento Prog. 00+000



Fuente: Elaboración propia

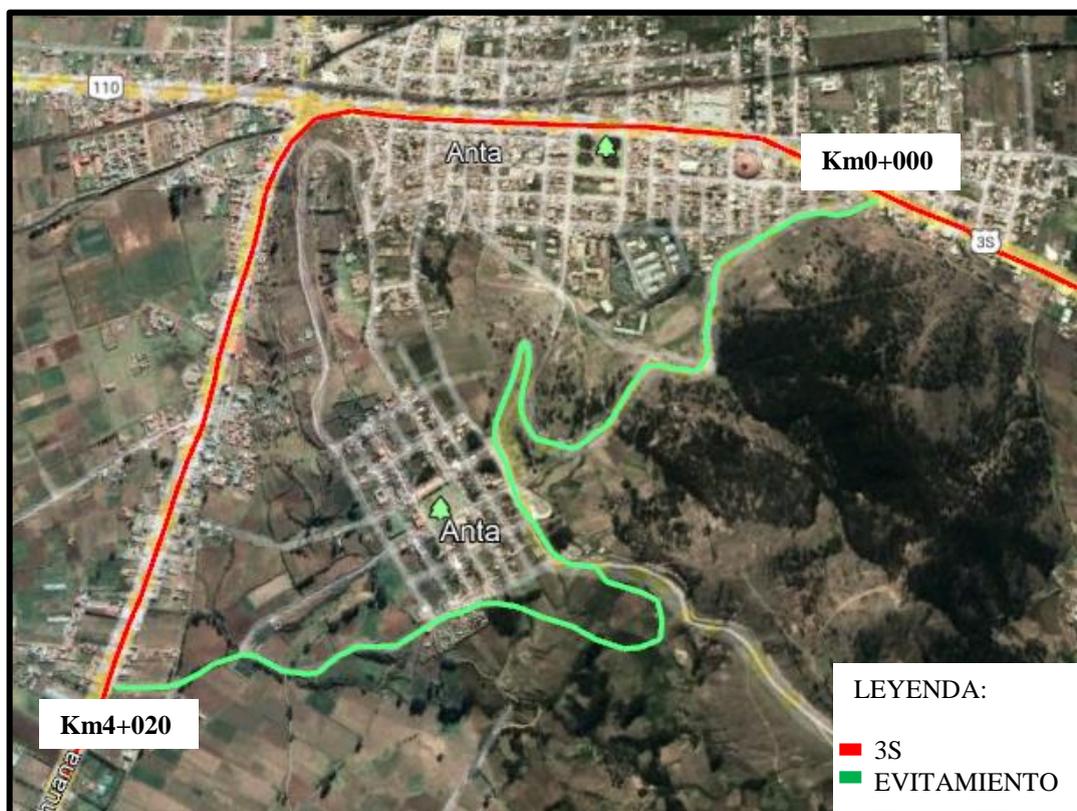


Figura. 128 Fin de vía evitamiento Prog. 4+020



Fuente: Elaboración propia

Figura. 129 Vista en planta de carretera PE-3S y vía de evitamiento



Fuente: Imagen Satelital tomada de Google Earth 2022

Figura. 130 Vista Isométrica de propuesta de vía de evitamiento



Fuente: Imagen Satelital tomada de Google Earth 2022 y trazo propio

Para esta propuesta de solución se realizó el aforo - conteo vehicular en el punto inicial Km 0+00

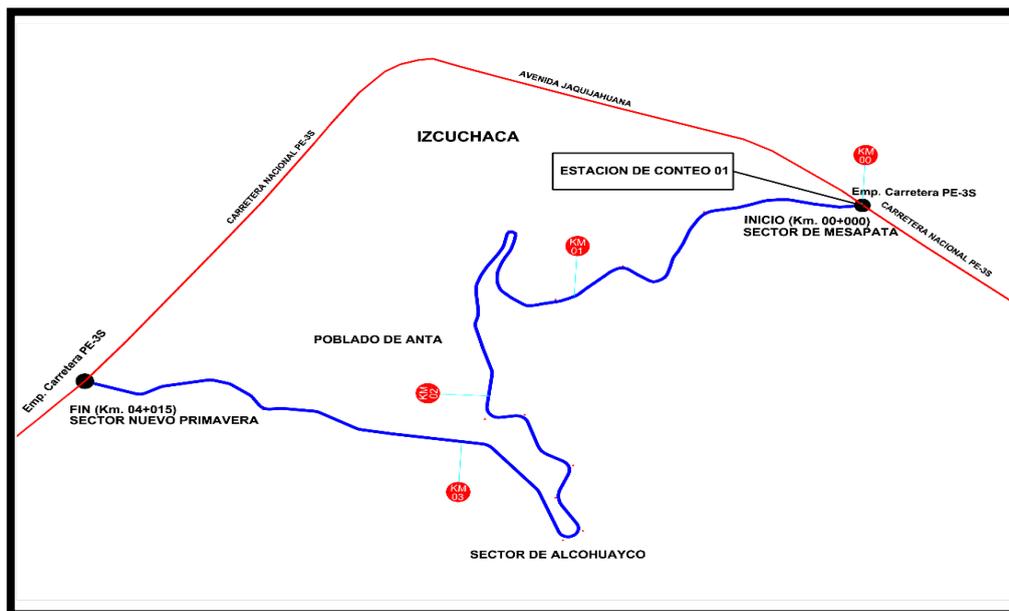
Tabla. 91 Ubicación de estación

ESTACIÓN	UBICACIÓN	FORMATO DE APLICACIÓN
E1 (CONTEO)	Sector de Mesapata Km. 00+000 (Emp. carretera nacional PE-3S)	Conteo Vehicular

Fuente: ficha técnica estándar peaje

El conteo vehicular se realizó en forma continua durante las 24 horas del día considerando los siete días de la semana y considerando todos los vehículos tanto en viajes de ida y vuelta (Entrada – Salida).

Figura. 131 Ubicación de la estación de conteo



Fuente: Elaboración propia



4.4.2. Estudio de tráfico

4.4.2.1. Metodología

En el desarrollo del estudio se contemplaron tres etapas metodológicas definidas:

- a. Recopilación de la información;
- b. Tabulación de la información;
- c. Análisis de la información y obtención de resultados.

Para la obtención de los datos anteriormente mencionados se procedió a tomar los datos insitu para posteriormente realizar el trabajo de gabinete:

Consistió en adecuar los Formatos de Clasificación Vehicular, para ser utilizados en la estación de conteo preestablecida en el trabajo de campo, considera la toma de información correspondiente a la estación de control establecido, la hora, día y fecha del conteo, para cada tipo de vehículo según eje. El trabajo de campo, consistió en la aplicación de los formatos para el conteo de tráfico para el levantamiento de la información necesaria. La metodología utilizada en el estudio de tráfico consistió en la aplicación de conteos de tráfico y clasificación vehicular en una (01) estación (E1). Se realizaron conteos de 7 días durante 24 horas. Los conteos proporcionaron información sobre la cantidad y estructura del tráfico actual.

$$I.M.D. = \frac{5VDL + VS + VD \times F.C.}{7}$$

Donde:

- VDL = Promedio de Volumen de tránsito de Días Laborables
VS = Volumen de tránsito del Sábado
VD = Volumen de tránsito del Domingo
F.C. = Factor de Corrección

4.4.2.2. Plan de trabajo para estudios de tráfico

El procedimiento de campo estuvo a cargo de nosotros los tesisistas y dos personales de apoyo, coordinados por el asesor de tesis. Se realizó un estricto trabajo con el objetivo de verificar que la información alzada se registrase según los métodos y procedimientos establecidos y para solucionar posibles problemas durante la operación de campo.

Para el Estudio de tráfico se realizó con las siguientes actividades:

- Los conteos se realizaron durante 7 días consecutivos durante 24 horas, los que fueron volumétricos y clasificados por tipo de vehículo, según horas, días, período.



- Con los correspondientes factores de corrección (horario, diario, estacional), se obtuvo el Índice Medio Diario Anual (IMDA).
- Situación existente en zonas urbanas y sus accesos.
- Seguridad de viaje y de la población.
- Proyección de la demanda de tráfico, para el periodo u horizonte debidamente justificados.

Se determinó las tasas de crecimiento del tráfico para cada categoría de vehículo, para todo el periodo bajo análisis, debidamente fundamentados, según corresponda, en tendencia histórica o proyecciones de carácter socioeconómicos (PBI, tasas de motorización, proyección de la población, evolución del ingreso, etc.).

4.4.2.3. Resultado de aforo vehicular y/o conteo

Luego de la consolidación y consistencia de la información recogida de los conteos, se obtuvo los resultados de los volúmenes de tráfico, por día, tipo de vehículo, por sentido, y el consolidado de ambos sentidos. El resumen se incluye en el texto del presente estudio.

En los cuadros se muestran los conteos de tráfico diarios, las variaciones horarias vehiculares por sentido de circulación y la clasificación horaria y total para cada día de trabajo; así como el promedio semanal por sentido y el consolidado para ambos sentidos.

Luego de la consolidación y consistencia de la información recogida de los conteos, se obtuvo los resultados de los volúmenes de tráfico, por día, tipo de vehículo, por sentido, y el consolidado de ambos sentidos.

El resumen se incluye en el siguiente cuadro, es el consolidado de los 7 días por horas y tipo de vehículo.

Tabla. 92 tráfico vehicular IMD sin corrección (veh/día)

Tipo de Vehículos	IMD	Distrib.
		%
Autos	2555	51.6%
Station Wagon	582	11.8%
Camioneta Pick Up	344	6.9%
Panel	181	3.7%
Rural (Combi)	495	10.0%
Micro	4	0.1%
Omnibus 2E y 3E	140	2.8%
Camión 2E	442	8.9%
Camión 3E	79	1.6%
Camión 4E	4	0.1%
Semi trayler	119	2.4%
Trayler	8	0.2%
TOTAL IMD	4953	100.0%

Fuente: Elaboración propia



La ubicación exacta de la estación de control es:

Progresiva : **Km. 00+000**
Duración : **7 días**
Periodo : **22 al 28 de noviembre del 2021**

4.4.2.4. Factores de corrección estacional

La aplicación del factor de corrección (fc) tiene como objetivo eliminar el factor de estacionalidad que afecta a los movimientos de carga y pasajeros. El factor de estacionalidad depende de una diversidad de factores exógenos como son: las épocas de vacaciones para el movimiento de pasajeros, las épocas de cosecha y los factores climáticos para el transporte de productos agropecuarios, en la época navideña para la demanda de todo tipo de bienes. Como los volúmenes de tráfico varían cada mes debido a las estaciones del año, ocasionados por las épocas de cosecha, lluvias, ferias semanales, estaciones del año, vacaciones, festividades, etc., es necesario afectar los valores obtenidos durante un período de tiempo, por un factor de corrección que lleve estos valores al promedio diario anual.

Para el Factor de Corrección Estacional se ha considerado la Estación de Peaje de Casaccancha que se encuentra en la carretera Nazca – Abancay - Cusco Km. 607+770 RN-03S que es el peaje que se encuentra más cerca de la vía propuesta.

Tabla. 93 factor de corrección

Estación de Peaje	Factor de corrección vehículos livianos	Factor de corrección vehículos pesados
Casaccancha	1.03205345240346	1.09853275237798

Fuente: ficha técnica Estándar Peaje

4.4.2.5. Calculo de índice medio diario anual (IMDA)

El índice Medio Diario Anual (IMD), se obtiene multiplicando el promedio diario de la semana (obtenido del aforo en campo), por el factor de corrección del Mes de Noviembre (mes en el que se realizó el trabajo de campo).

El IMD Anual en la Estación (E-1) alcanza los 5156 por día.

El flujo de vehículos ligeros (autos, pick up, camionetas rurales y micros) representa el 83.30%; mientras que el flujo de vehículos pesados (buses, camiones, etc) representa el 16.7%. Esta diferencia se explica porque en la RUTA PE - 3S, el flujo corresponde mayoritariamente a vehículos ligeros que pertenecen a particulares y otros que prestan servicio de transporte de pasajeros en el ámbito local y regional.



Tabla. 94 tráfico vehicular IMD corregido (veh/día)

TRAFICO VEHICULAR

IMD Corregido

(Veh/día)

Tipo de Vehículos	IMD	Distrib. %
Autos	2637	51.1%
Station Wagon	601	11.7%
Camioneta Pick Up	355	6.9%
Panel	187	3.6%
Rural (Combi)	511	9.9%
Micro	4	0.1%
Omnibus 2E y 3E	144	2.8%
Camión 2E	486	9.4%
Camión 3E	87	1.7%
Camión 4E	4	0.1%
Semi trayler	131	2.5%
Trayler	9	0.2%
TOTAL IMD	5156	100.0%

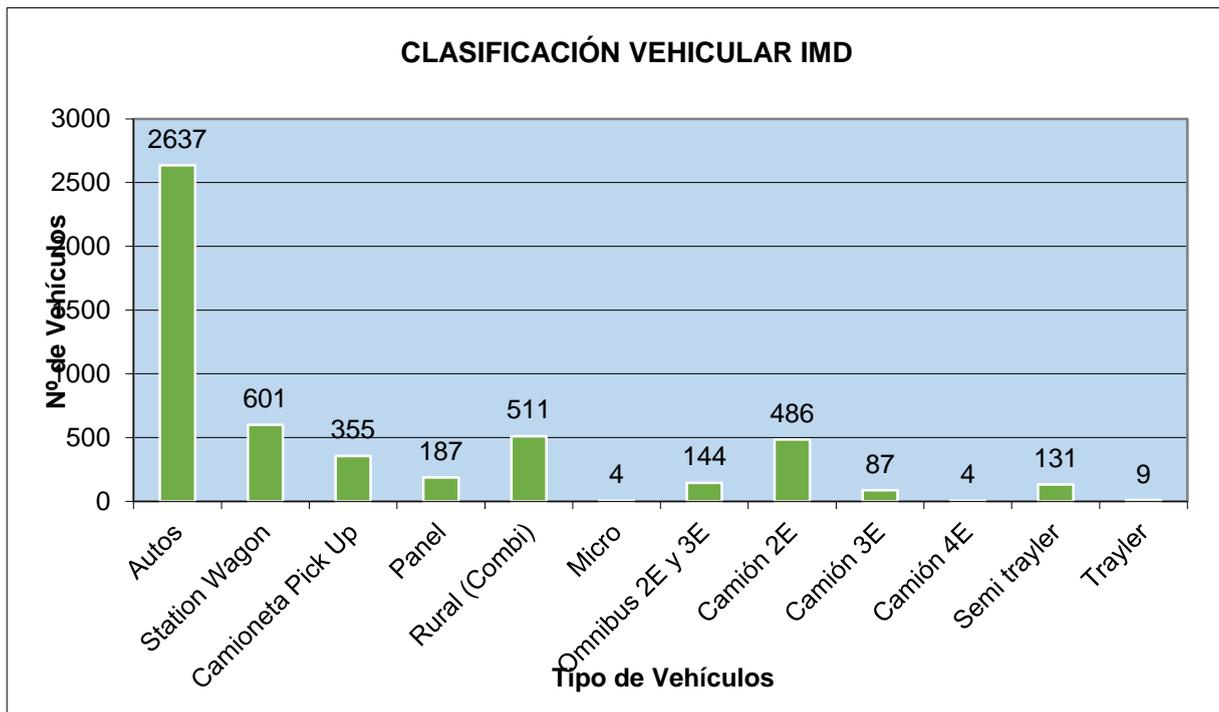
Fuente: Elaboración Propia

4.4.2.6. Clasificación Vehicular promedio

La clasificación vehicular para esta presente vía de evitamiento es en el siguiente orden, autos, station wagon, Combi (rural), camiones de 2 ejes, camioneta Pick Up, camión de 3 ejes, etc. Esto evidencia la existencia de desplazamiento de personas en vehículos livianos y el traslado de productos agrícolas en camiones 2 ejes y de materiales de construcción en camiones de 03 ejes.



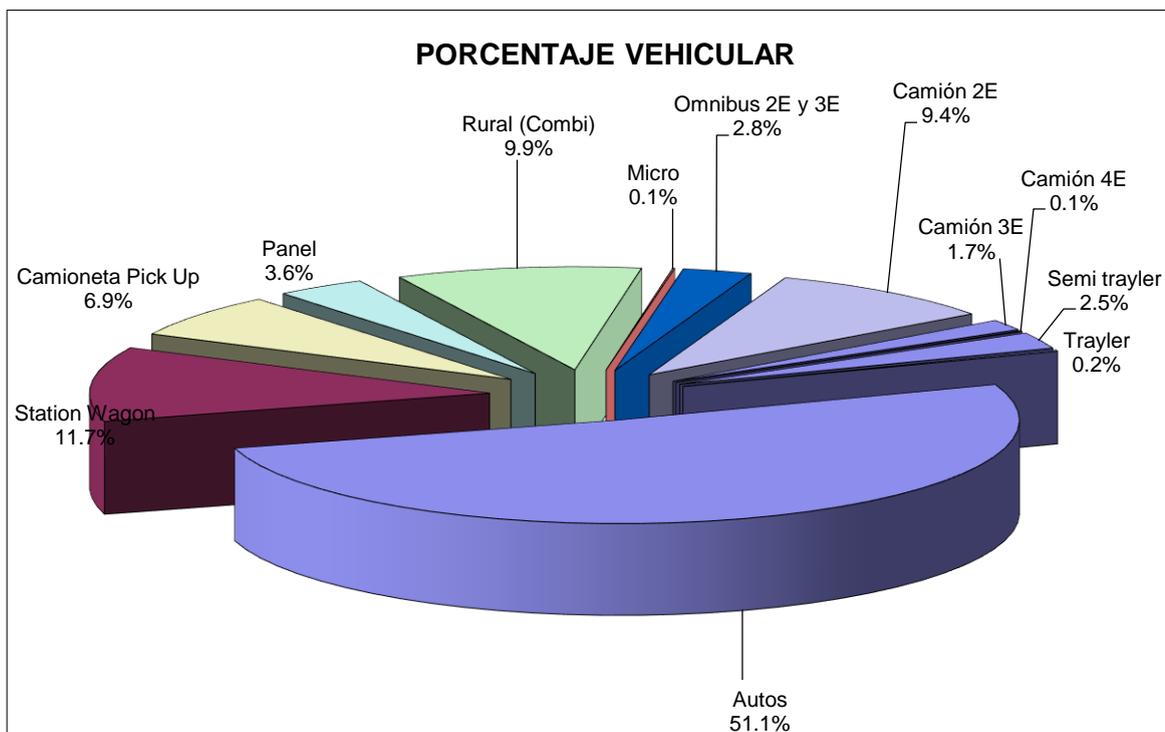
Figura. 132 clasificación vehicular IMD



Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico de porcentaje vehicular se presenta la distribución porcentual por tipo de vehículos para el presente tramo:

Figura. 133 porcentaje vehicular

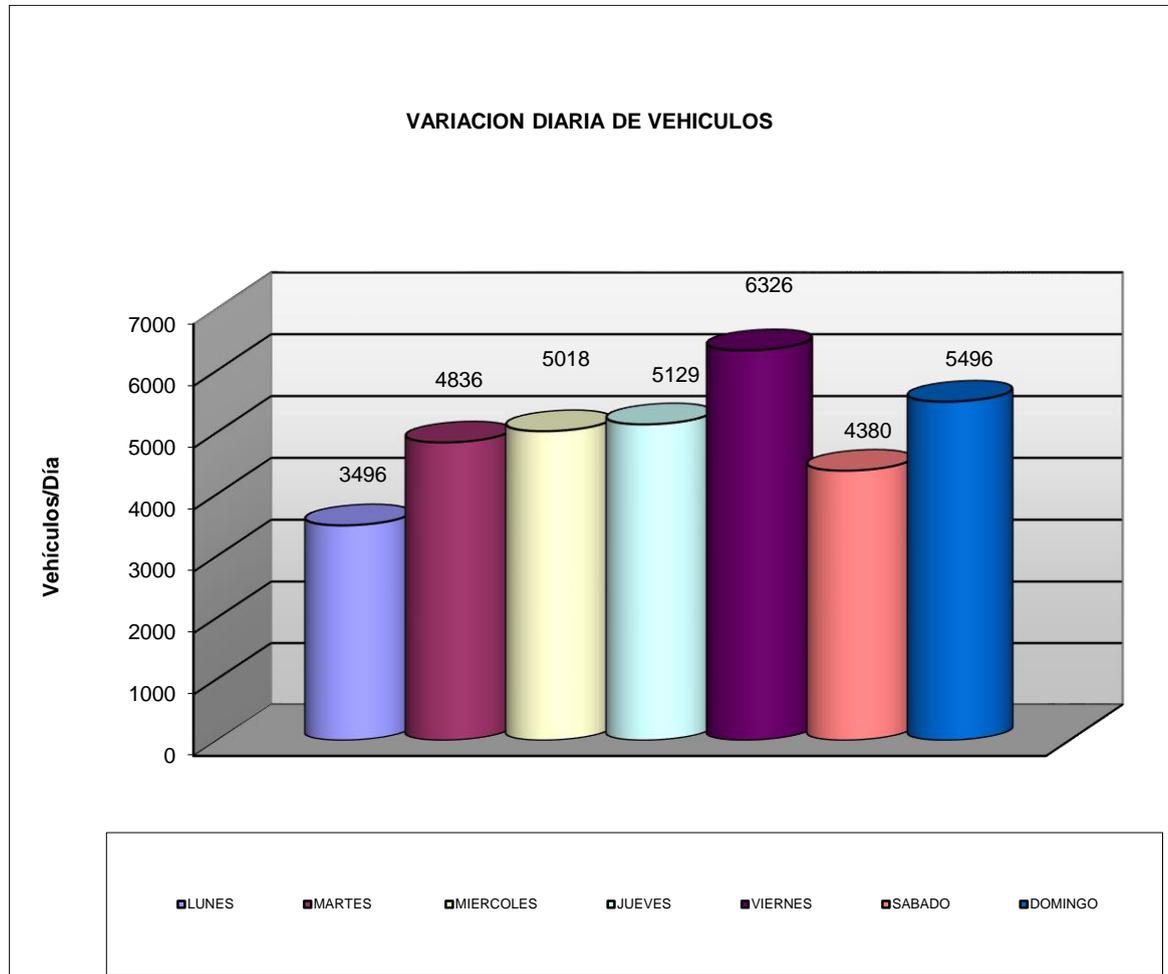


Fuente: Elaboración Propia

4.4.2.7. Variación diaria vehicular

La variación diaria que se presenta en la vía se encuentra diferenciada especialmente los viernes, sábados y domingos.

Figura. 134 variación diaria



Fuente: Elaboración Propia

4.4.2.8. Variación horaria vehicular

Las variaciones horarias se muestran diferenciadas de flujo vehicular durante las 24 horas del día, mostrándose un mayor desplazamiento vehicular durante las 11:00 am a 12:00 pm, para luego comenzar un descenso lento, esta variación diaria se calcula durante los 7 días de la semana en este caso se tiene la variación horaria pico de 2854 veh/hora sumandos durante los 7 días en la hora de 11:00 am a 12:00pm tal cual se demuestra en la siguiente figura el grafico siguiente:



Tabla. 95 Volumen de tráfico promedio de lunes a domingo (para cálculo de variación horaria)

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DE LUNES A DOMINGO EN DETERMINADA HORA MOSTRADA (AMBOS SENTIDOS)

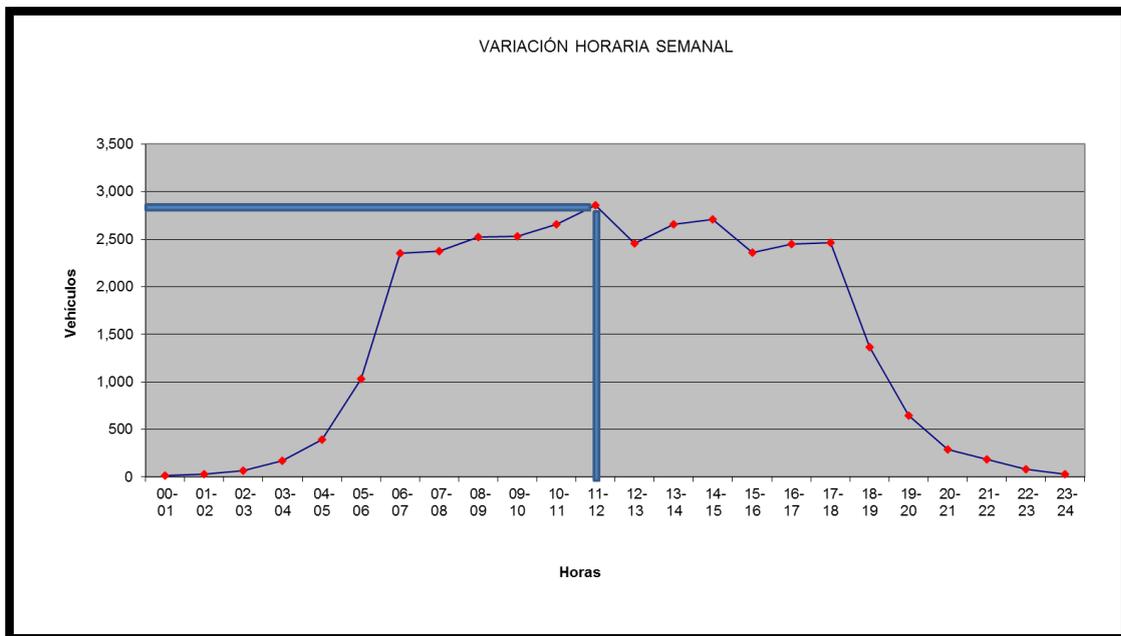
HORA DE LUNES A DOMINGO	AUTO	STATION	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION				SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL VEH/SEM	PORC. %	
			WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL (Combi)		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
00-01	16	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	0.05
01-02	28	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	0.09
02-03	53	7	1	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66	0.19
03-04	112	24	12	-	-	-	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	166	0.48
04-05	185	86	43	13	-	-	-	1	-	57	1	1	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	395	1.14
05-06	479	152	78	39	102	-	25	2	120	9	2	-	1	2	19	-	-	-	-	-	-	-	1,030	2.97
06-07	1,188	307	164	86	210	-	59	10	243	24	5	1	4	7	43	1	-	-	-	-	-	-	2,352	6.78
07-08	1,244	266	172	109	204	3	65	17	187	31	2	5	-	7	58	1	-	-	-	-	3	-	2,374	6.85
08-09	1,215	362	179	120	268	2	51	10	217	45	1	-	1	1	48	-	-	-	-	-	-	-	2,520	7.27
09-10	1,191	367	195	150	254	2	48	34	204	33	1	1	-	1	46	-	2	1	-	-	-	-	2,530	7.30
10-11	1,376	282	188	94	299	2	32	29	267	34	2	1	2	6	39	-	-	-	-	-	3	-	2,656	7.66
11-12	1,400	399	190	74	327	2	39	32	275	40	2	2	3	11	57	-	4	1	-	-	-	-	2,858	8.24
12-13	1,189	308	164	68	281	-	34	31	265	43	4	4	2	7	47	-	3	2	-	-	-	-	2,452	7.07
13-14	1,462	286	162	80	242	-	30	45	220	57	-	-	3	57	3	4	5	-	-	-	-	-	2,659	7.67
14-15	1,454	273	161	83	277	7	53	56	214	48	4	-	-	4	66	1	-	1	4	-	-	-	2,706	7.80
15-16	1,235	224	171	79	255	3	33	26	194	58	-	2	-	8	70	1	-	1	2	-	-	-	2,362	6.81
16-17	1,300	226	159	95	245	2	44	37	221	54	-	1	3	4	55	-	-	1	1	1	-	-	2,448	7.06
17-18	1,262	268	189	106	227	2	61	47	180	39	2	3	1	4	65	2	5	2	1	-	-	-	2,466	7.11
18-19	736	130	99	43	150	1	15	9	113	29	-	-	-	-	37	-	-	-	-	-	-	-	1,362	3.93
19-20	364	60	48	19	74	-	4	1	53	10	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	647	1.87
20-21	178	28	20	4	34	-	-	-	23	1	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	292	0.84
21-22	118	17	13	2	16	-	-	-	13	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	181	0.52
22-23	69	2	3	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	79	0.23
23-24	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	0.09
TOTAL VEH/SEM	17,885	4,076	2,411	1,264	3,465	26	594	386	3,097	556	26	23	17	65	735	9	18	17	11	-	-	34,681	100.00	
%	51.57	11.75	6.95	3.64	9.99	0.07	1.71	1.11	8.93	1.60	0.07	0.07	0.05	0.19	2.12	0.03	0.05	0.05	0.03	-	-	-	100.00	-

VOLUMEN DE TRAFICO EN HORA PICO 11AM A 12PM (VALOR PARA MODELADO EN SYNCHRO - ENTRADA Y SALIDA FLUJOGRAMA VEHICULAR)

11-12 HORAS	200	57	27	11	47	0	6	5	39	6	0	0	0	2	8	-	1	0	-	-	-	408	veh/hora
-------------	-----	----	----	----	----	---	---	---	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----	----------

Fuente: Elaboración Propia

Figura. 135 variación horaria



Fuente: Elaboración Propia



4.4.2.9. Determinación del tráfico derivado – flujos locales y flujos regionales

Flujo Local. - Se consideró como tráfico local aquel que tiene como ruta Cusco - Izcuchaca.

Flujo Regional. - El volumen vehicular desagregado por grandes tipos de vehículos, que tienen origen-destino externo a la ciudad de Izcuchaca: corresponde principalmente al transporte interregional.

El Área Directa del proyecto es el Distrito de Anta en el ámbito local, el Área Indirecta del proyecto se desarrolla en el ámbito Regional que es el departamento de Cusco.

Con los resultados, se diferenciaron los flujos locales de los regionales, estableciendo: la determinación del tráfico derivado de/hacia la Vía de Evitamiento).

Tabla. 96 tráfico vehicular derivado a la vía de evitamiento (ambos sentidos)

TRAFICO VEHICULAR (DERIVADO A LA VIA DE EVITAMIENTO)		
IMD Corregido (Veh/dia)		
Tipo de Vehículos	IMD	Distrib. %
Autos	1150	43.6%
Station Wagon	270	44.9%
Camioneta Pick Up	36	10.1%
Panel	19	10.2%
Rural (Combi)	77	15.1%
Micro	0	0.0%
Omnibus 2E y 3E	26	18.1%
Camión 2E	180	37.0%
Camión 3E	31	35.6%
Camión 4E	2	50.0%
Semi trayler	131	100.0%
Trayler	9	100.0%
(IMD) VIA DE EVITAMIENTO	1931	37.5%

Fuente: Elaboración Propia

4.4.2.10. Proyección de tráfico normal

El Método Utilizado para proyectar el tráfico normal en vías de características similares a la carretera en estudio es:

- Con indicadores macroeconómicos, expresados en tasas de crecimiento y otros parámetros relacionados, que permiten determinar las tasas de crecimiento del tráfico.
- La tasa de crecimiento del tráfico liviano es de 0.75 %. De acuerdo a la ficha técnica estándar para carreteras.
- La tasa de crecimiento del tráfico pesado normal será de acuerdo al crecimiento del producto bruto interno (PBI)=5.60 % del departamento de Cusco.



Tabla. 97 proyección de tráfico

Año	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Trafico Normal	1,931	1,964	1,998	2,034	2,070	2,109	2,150	2,190	2,234	2,279	2,325
Autos	1,150	1,159	1,167	1,176	1,185	1,194	1,203	1,212	1,221	1,230	1,239
Satation Wagon	270	272	274	276	278	280	282	284	287	289	291
Camioneta Pck Up	36	36	37	37	37	37	38	38	38	39	39
Panel	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20
Rural (Combi)	77	78	78	79	79	80	81	81	82	82	83
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Omibus 2E y 3E	26	27	29	31	32	34	36	38	40	42	45
Camión 2E	180	190	201	212	224	236	250	264	278	294	310
Camión 3E	31	33	35	37	39	41	43	45	48	51	53
Camión 4E	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
Semi trayler	131	138	146	154	163	172	182	192	203	214	226
Trayler	9	10	10	11	11	12	12	13	14	15	16

Fuente: Elaboración Propia

4.4.2.11. Proyección de tráfico generado

En la vía propuesta, se espera tráfico generado, correspondiente a aquel que no existe en la situación actual, pero que aparecerá como consecuencia de una nueva/mejor infraestructura, mayor confort y seguridad vial, *se tendrá menor tiempo de viaje* posibilitando la comercialización de los productos del área de influencia en mercados ubicados a mayor distancia.

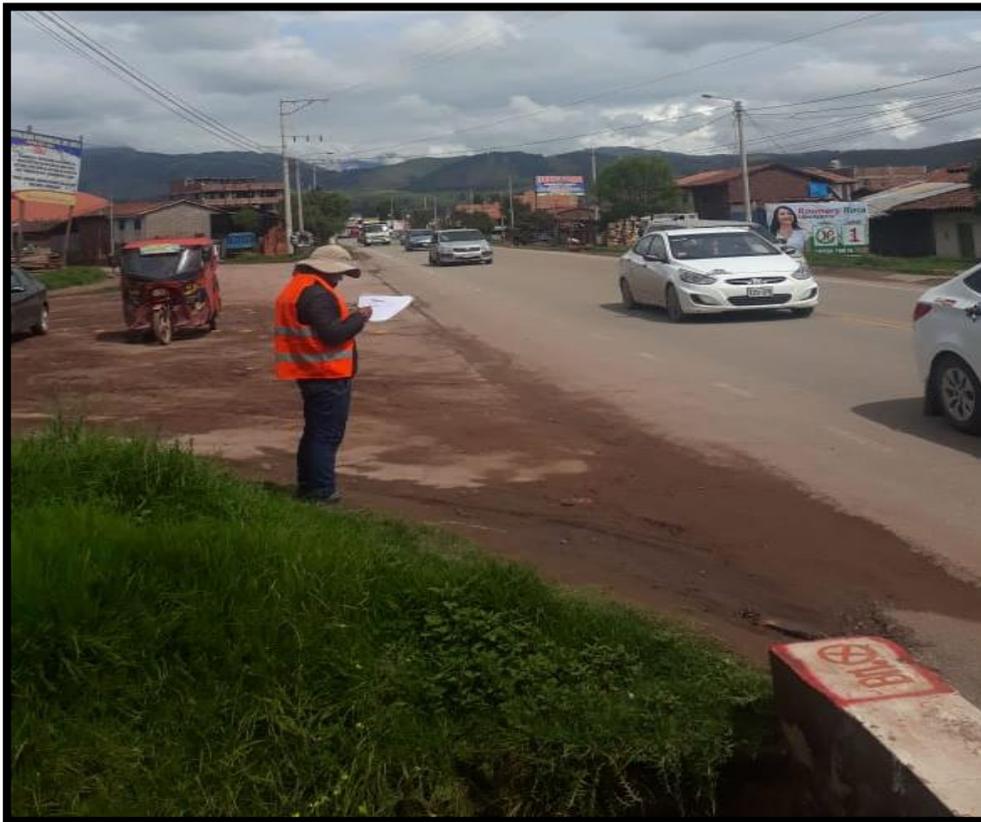
Tabla. 98 proyección de tráfico generado

Año	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Trafico Generado	0	37	184	187	190	193	196	199	202	205	208
Autos	0	0	117	118	119	119	120	121	122	123	124
Satation Wagon	0	27	27	28	28	28	28	28	29	29	29
Camioneta Pck Up	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Panel	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Rural (Combi)	0	1	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Omibus 2E y 3E	0	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5
Camión 2E	0	1	20	21	22	24	25	26	28	29	31
Camión 3E	0	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semi trayler	0	14	15	15	16	17	18	19	20	21	23
Trayler	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Trafico Total	1,931	2,001	2,182	2,221	2,260	2,302	2,346	2,389	2,436	2,484	2,533

Fuente: Elaboración Propia



Figura. 136 Aforamiento vehicular Prog. 00+000 km



Fuente: Elaboración Propia

Figura. 137 Aforamiento vehicular prog. 4+020 km



Fuente: Elaboración Propia



4.4.3. Estudio topográfico trazo y diseño vial

4.4.3.1. Objetivo de estudio

El objetivo fundamental del estudio topográfico es la reconstrucción de la forma del terreno y plasmarlo en los planos 2D y 3D, para que estos representen con la mayor precisión la información resultante del campo, tanto altimétrica como planimetría, detallándose la morfología del terreno, así como otros elementos circundantes al eje de la carretera, tales como casas, postes, etc., que permitan una mejor estructuración de la vía de Evitamiento propuesta.

4.4.3.2. Información recopilada

Para la elaboración de los trabajos de topografía, se usó como información planos catastrales recopilados de la municipalidad provincial de Anta, así mismo para realizar un trabajo más detallado se procedió a realizar el levantamiento topográfico de la zona.

4.4.3.3. Condición de la zona de trabajo

La carretera en estudio presenta un clima templado y seco y que varía según a las estaciones del año, siendo la temperatura media anual de 6.5 a 9 °C.

Figura. 138 zona de trabajo donde se aprecia la condición de clima



Fuente: Elaboración Propia

4.4.3.4. Alcance del trabajo

Los trabajos topográficos consistieron en realizar:

- Reconocimiento del terreno para ver la visibilidad entre los puntos de la Poligonal y la colocación de los mismos.

Figura. 139 inicio de vía de evitamiento Prog. 0+000 km



Fuente: Elaboración Propia

Figura. 140 Curva cerrada con radio de curvatura igual 12m. Prog. 1+400 km



Fuente: Elaboración Propia



Figura. 141 fin de tramo aperturado, se verifica zona a aperturar. Prog. 1+943 km



Fuente: Elaboración Propia

Figura. 142 Área por donde se realizara el trazo de vía evitamiento Prog. 2+100 km



Fuente: Elaboración Propia



Figura. 143 Área por donde se realizara el trazo de vía evitamiento Prog. 3+500 km (fin de apertura)



Fuente: Elaboración Propia

Figura. 144 medida de sección transversal de vía existente aperturada Prog. 3+900 km



Fuente: Elaboración Propia



Figura. 145 Final de vía evitamiento propuesta Prog. 4+020 km



Fuente: Elaboración Propia

- Determinación, Colocación y Monumentación y/o evidencia de vértices y BMS de la poligonal con concreto o marcado en objetos inamovibles los cuales servirán para poder realizar el levantamiento para el trazo y replanteo.

Figura. 146 monumentacion y marcado de BMS (BM5) Prog. 3+050



Fuente: Elaboración Propia



Figura. 147 monumentacion y marcado de BMS (BM3) Prog. 2+100



Fuente: Elaboración Propia

- Levantamiento topográfico del eje de la vía existente del Km 00+000 al Km 01+943 y la topografía del Km. 01+943 al Km. 04+020

Figura. 148 Levantamiento topográfico



Fuente: Elaboración Propia

- Nivelación Geométrica de la Vía Proyectada y colocándose BMs de concreto cada 500 metros.

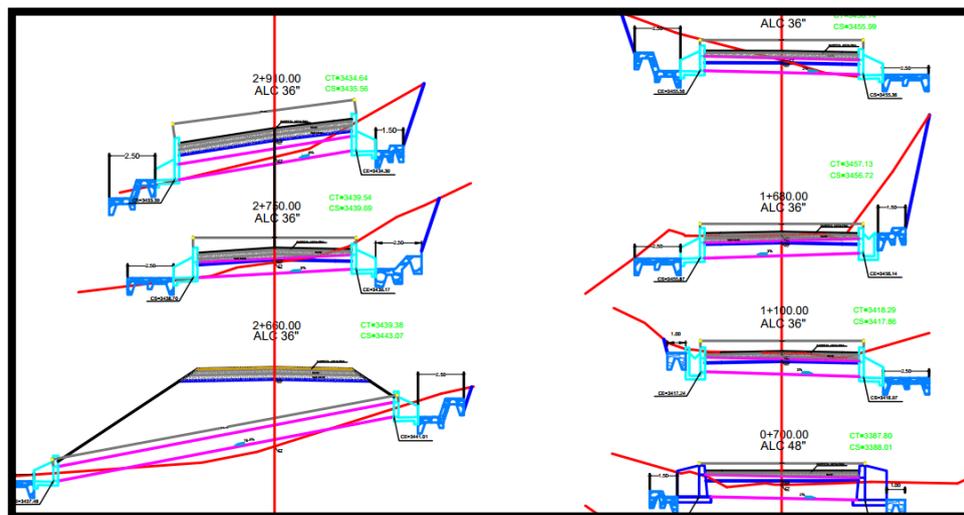
Tabla. 99 relación de BMS

Numero	Estación	NORTE	ESTE	Cota (m.s.n.m)
1	BM1	809483.562	8509298.686	3384.407
2	BM2	809141.581	8509050.471	3406.872
3	BM3	808954.238	8509197.954	3447.262
4	BM4	808911.199	8508756.348	3477.619
5	BM5	809059.385	8508484.869	3457.061
6	BM6	808843.319	8508560.977	3442.094
7	BM7	808330.504	8508704.114	3389.98
8	BM8	807899.699	8508851.527	3358.589

Fuente: Elaboración Propia

- Se obtuvo las secciones transversales a la derecha y a la izquierda del eje de la vía existente, en forma perpendicular al eje en los alineamientos rectos y en la dirección del radio en las curvas horizontales.

Figura. 149 secciones transversales de vía



Fuente: Elaboración Propia



- Determinación de los vértices de la poligonal de apoyo

Se han verificado y establecido los vértices de la poligonal que abarcan toda el área de la vía de evitamiento en estudio, los vértices de la poligonal fueron monumentados con concreto en lugares estratégicos y con buena visibilidad.

Los vértices colocados en general han sido de concreto $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ de 30 cm de largo en promedio.

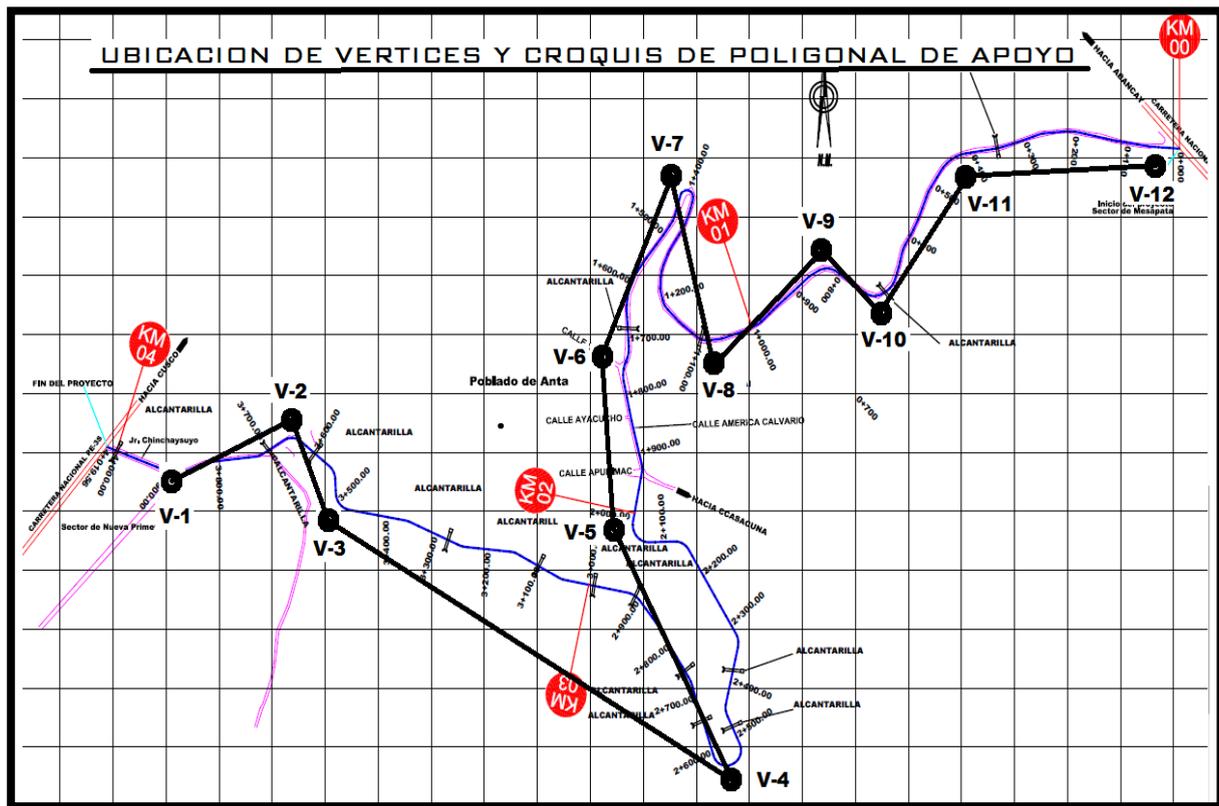
Los vértices de la Poligonal se han designado con la sigla V -1 a V-12 y auxiliares con la sigla aux1 al aux5.

Tabla. 100 Coordenadas de poligonal de apoyo de todo el circuito

VERTICE	NORTE	ESTE	COTA
v1	809812.986	8509330.998	3379.801
v2	809654.605	8509345.43	3382.966
Aux1	809001.829	8508977.559	3423.5
v3	809001.624	8509237.396	3441.437
v4	808883.034	8508978.963	3460.98
v5	808855.787	8508936.738	3462.307
Aux2	808899.26	8508759.671	3476.354
v6	808911.612	8508714.121	3480.503
v7	808909.418	8508650.859	3478.145
Aux3	808964.322	8508542.024	3464.561
v8	808820.119	8508598.624	3456.326
Aux4	808609.632	8508647.249	3427.979
Aux5	808330.995	8508692.546	3388.912
v9	808295.871	8508646.462	3373.641
v10	808148.189	8508782.973	3368.186
v11	808018.99	8508765.445	3362.783
v12	807872.759	8508806.567	3358.881

Fuente: Elaboración Propia

Figura. 150 Croquis de poligonal de apoyo de todo el circuito



Fuente: Elaboración Propia

4.4.4. Trazo y diseño vial

4.4.4.1. Objetivo

El estudio consiste en establecer el eje de la vía tratando de aprovechar al máximo la plataforma vial existente hasta el Km. 01+943, e identificar todos los problemas, sus soluciones, medidas de mitigación ambiental, diseños definitivos, cantidades, proceso constructivo, costos necesarios, etc. que pudiera encontrarse para la ejecución de las obras, ubicándose con precisión los tramos críticos para formular las soluciones correspondientes en forma integral.

En la elaboración del estudio se tomó en cuenta lo contemplado en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2018).

4.4.4.2. Metodología de trabajo

Para el desarrollo de los trabajos de la definición del Trazado de la Vía de evitamiento se ha establecido la siguiente metodología.

Tramo Vía de Evitamiento (Km. 00 +000 (Emp. PE- 3S) —Km. 04+020)

Del Km. 00 +000 (Emp. PE- 3S) al Km. 01+943: comprendido entre el Km. 00+000 al Km. 01+943 localidad de Anta, existe una carretera a nivel de Trocha carrozable la cual luego del reconocimiento respectivo se ha observado que no es totalmente aprovechable ya que no cumple

con las características de diseño establecidos para ser una vía de evitamiento, por tanto, el trazo en su totalidad será mejorado.

La Topografía se ha desarrollado y obtenido el Plano con curvas de Nivel cada 1.00 mt, con esta información el trabajo de Gabinete se concentró en el desarrollo del Trazado y Diseño Vial correspondiente. Para tal efecto se empleó Software especializado para Diseño de Carretera, Civil 3D.

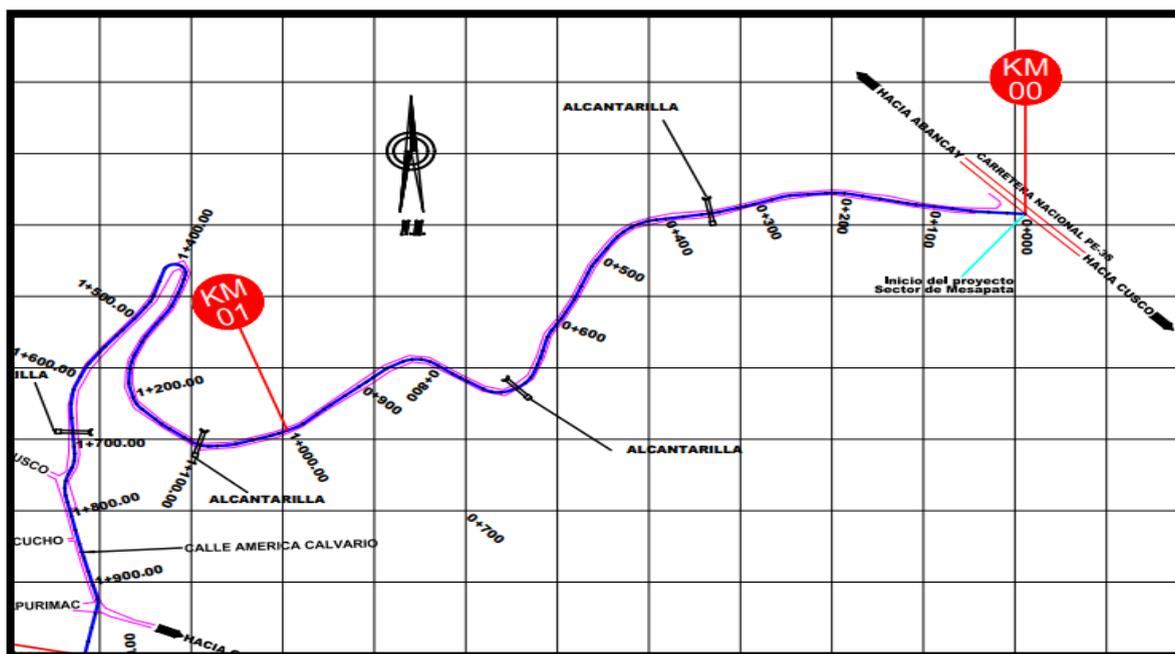
Del Km. 01+943 al Km. 04+020, comprendido entre la localidad de Anta y la intersección con la carretera nacional PE – 3S, es un sector donde no existe vía o trocha, por tanto, el trazado y diseño Vial se efectuó sobre el plano topográfico obtenido del levantamiento topográfico.

La longitud total desarrollada es de 04+020 Km y se procesaron los Planos de Planta, Perfil y secciones transversales.

4.4.4.3. Descripción del trazo

Del Km. 00+000 al Km. 01+943, cuenta actualmente con una trocha de ancho variable de 7.00 metros en promedio.

Figura. 151 tramo Prog. 00+000 a 1+943 km

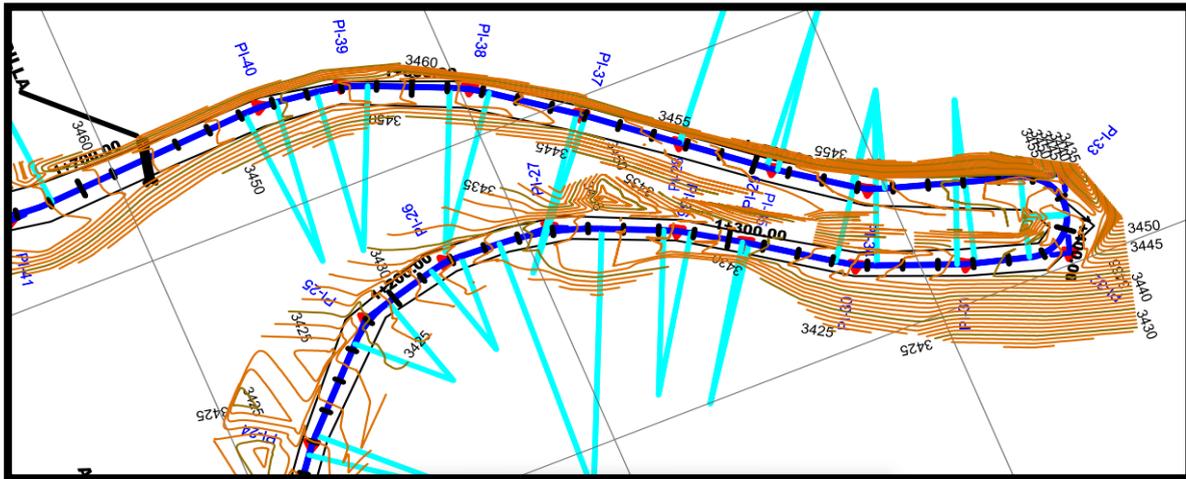


Fuente: Elaboración Propia

El Km.0+000 punto de inicio se ha ubicado en el Empalme con la carretera PE-3S.

La coordenada de inicio se define en N= 8509315.3400 y E= 809911.2990, cota = 3375.70 msnm, a partir de este punto hasta el Km.01+943 el trazo se desarrolla sobre una topografía ondulada y accidentada y presenta **radio mínimo de 12 m.** en el PI-32 y PI-33 y un máximo de 100 m en el PI-3.

Figura. 152 radio mínimo 12m



Fuente: Elaboración Propia

Tabla. 101 Cuadro de coordenadas y elementos de Curvas

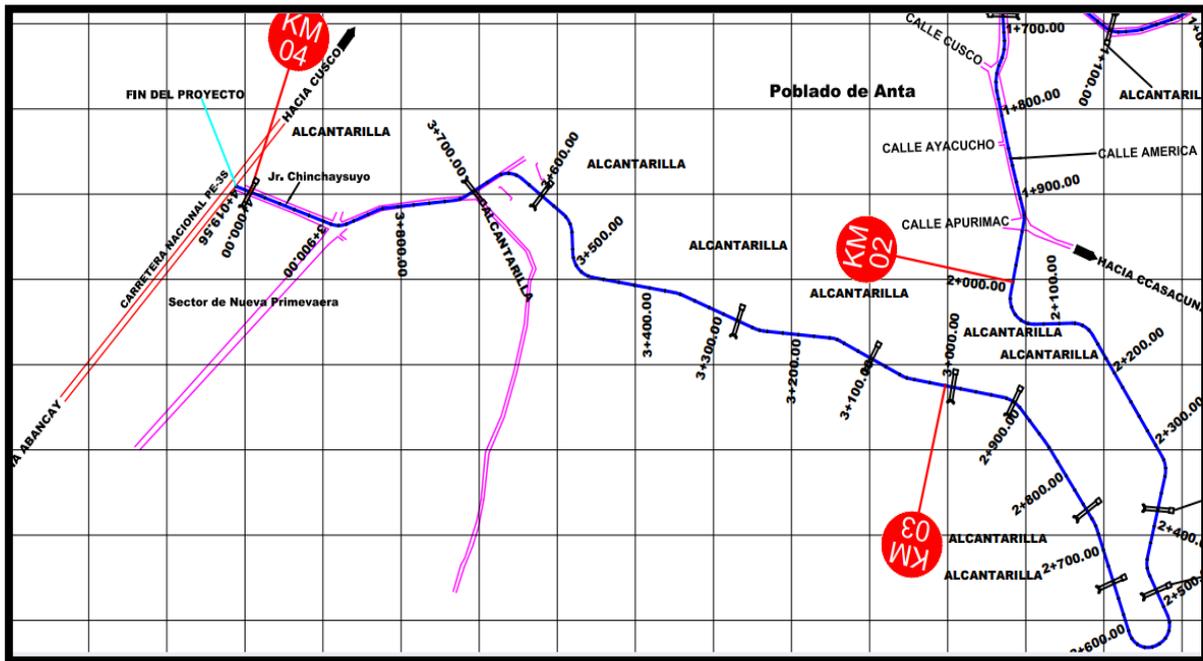
CUADRO DE COORDENADAS Y ELEMENTOS DE CURVAS													
Nº PI	SENT.	DELTA	RADIO	TANG.	L.C.	Ext.	P.I.	P.C.	P.T.	NORTE	ESTE	P%	SA
21	D	7°27'10"	50.000	3.256	6.504	0.106	1 + 013.125	1 + 009.869	1 + 016.372	8509006.901	809093.022	12	0.50
22	D	12°35'20"	50.000	5.515	10.986	0.303	1 + 063.597	1 + 058.082	1 + 069.068	8508992.010	809044.788	12	0.50
23	D	41°24'10"	30.000	11.337	21.678	2.071	1 + 098.288	1 + 086.931	1 + 108.610	8508989.246	809010.182	12	0.50
24	D	7°16'10"	50.000	3.176	6.344	0.101	1 + 148.956	1 + 145.780	1 + 152.124	8509020.231	808968.817	12	0.50
25	D	30°30'10"	30.000	8.180	15.971	1.095	1 + 190.160	1 + 181.980	1 + 197.951	8509048.913	808939.223	12	0.50
26	D	18°22'10"	30.000	4.851	9.618	0.390	1 + 218.162	1 + 213.311	1 + 222.929	8509076.285	808931.687	12	0.50
27	D	21°05'00"	80.000	14.887	29.438	1.373	1 + 249.305	1 + 234.418	1 + 263.856	8509107.469	808933.309	12	0.50
28	D	8°50'40"	50.000	3.867	7.718	0.149	1 + 285.264	1 + 281.397	1 + 289.115	8509140.611	808948.107	12	0.50
29	D	2°15'40"	50.000	0.987	1.973	0.010	1 + 304.921	1 + 303.934	1 + 305.907	8509157.127	808958.794	12	0.50
30	I	13°31'00"	50.000	5.925	11.796	0.350	1 + 338.856	1 + 330.931	1 + 342.726	8509183.234	808977.188	12	0.50
31	I	5°53'00"	50.000	2.569	5.134	0.066	1 + 367.939	1 + 365.370	1 + 370.504	8509212.175	808988.675	12	0.50
32	I	87°07'50"	12.000	11.414	18.249	4.561	1 + 397.351	1 + 385.937	1 + 404.186	8509240.485	808996.667	12	2.00
33	I	91°11'10"	12.000	12.251	19.098	5.149	1 + 416.854	1 + 404.603	1 + 423.701	8509248.180	808973.849	12	2.00
34	D	18°04'50"	30.000	4.773	9.467	0.377	1 + 467.013	1 + 462.240	1 + 471.707	8509195.174	808957.186	12	0.50
35	D	3°41'50"	50.000	1.614	3.226	0.026	1 + 494.772	1 + 493.158	1 + 496.385	8509172.520	808941.008	12	0.50
36	D	0°25'50"	50.000	0.188	0.376	0.000	1 + 522.042	1 + 521.854	1 + 522.230	8509151.395	808923.761	12	0.50
37	I	2°57'40"	50.000	1.292	2.584	0.017	1 + 551.246	1 + 549.954	1 + 552.538	8509128.911	808905.123	12	0.50
38	I	12°56'10"	50.000	5.669	11.289	0.320	1 + 583.723	1 + 578.054	1 + 589.343	8509102.871	808885.715	12	0.50
39	I	16°48'10"	50.000	7.385	14.663	0.542	1 + 619.936	1 + 612.551	1 + 627.215	8509069.683	808871.105	12	0.50

Fuente: Elaboración Propia

Del Km. 01+943 al Km. 04+020, se desarrolla sobre un nuevo trazo hacia el empalme con la carretera nacional PE – 3S. Durante su desarrollo se observa una topografía relativamente ondulada, que permiten proponer un alineamiento suave donde concuerdan arcos y tangentes con parámetros de diseño recomendados.



Figura. 153 Tramo prog. 1+943 a 4+020



Fuente: Elaboración Propia

Tabla. 102 Cuadro de coordenadas y elementos de Curvas Prog. 0+000 a 1+000 km

CUADRO DE COORDENADAS Y ELEMENTOS DE CURVAS													
Nº PI	SENT.	DELTA	RADIO	TANG.	L.C.	Ext.	P.I.	P.C.	P.T.	NORTE	ESTE	P%	SA
0	I	180°00'00"	0.000	0.000	0.000	0.000	0 + 000.000	0 + 000.000	0 + 000.000	8509315.340	809911.299	0	0.00
1	D	4°49'50"	50.000	2.109	4.215	0.044	0 + 053.388	0 + 051.279	0 + 055.494	8509318.670	809858.015	12	0.50
2	D	3°20'40"	50.000	1.460	2.919	0.021	0 + 122.807	0 + 121.347	0 + 124.266	8509328.818	809789.339	12	0.50
3	I	16°21'40"	100.000	14.376	28.556	1.028	0 + 205.369	0 + 190.993	0 + 219.549	8509345.634	809708.506	12	0.50
4	I	13°46'30"	50.000	6.040	12.021	0.363	0 + 263.054	0 + 257.014	0 + 269.035	8509340.983	809650.813	12	0.50
5	D	2°52'50"	50.000	1.257	2.514	0.016	0 + 304.744	0 + 303.487	0 + 306.001	8509327.818	809611.195	12	0.50
6	D	6°57'40"	60.000	3.649	7.290	0.111	0 + 347.205	0 + 343.556	0 + 350.845	8509316.469	809570.278	12	0.50
7	I	47°44'50"	70.000	30.981	58.334	6.550	0 + 440.843	0 + 409.862	0 + 468.196	8509302.561	809477.670	12	0.50
8	I	11°38'00"	50.000	5.094	10.152	0.259	0 + 509.520	0 + 504.426	0 + 514.578	8509242.414	809437.540	12	0.50
9	D	5°13'50"	50.000	2.284	4.565	0.052	0 + 558.716	0 + 556.432	0 + 560.997	8509196.794	809419.035	12	0.50
10	D	5°33'30"	50.000	2.427	4.851	0.059	0 + 588.723	0 + 586.296	0 + 591.146	8509170.128	809405.267	12	0.50
11	I	18°23'10"	50.000	8.092	16.045	0.651	0 + 617.100	0 + 609.008	0 + 625.053	8509146.289	809389.866	12	0.50
12	D	4°23'50"	50.000	1.920	3.837	0.037	0 + 649.695	0 + 647.775	0 + 651.613	8509114.594	809381.682	12	0.50
13	D	43°39'30"	40.000	16.022	30.479	3.090	0 + 687.183	0 + 671.161	0 + 701.640	8509079.121	809369.554	12	0.50
14	D	59°16'40"	30.000	17.089	31.038	4.516	0 + 725.082	0 + 708.013	0 + 739.050	8509060.919	809334.537	12	0.50
15	D	3°31'40"	100.000	3.080	6.157	0.047	0 + 772.786	0 + 769.706	0 + 775.864	8509087.700	809291.363	12	0.50
16	I	64°07'20"	35.000	21.922	39.170	6.299	0 + 825.561	0 + 803.639	0 + 842.809	8509118.228	809248.312	12	0.50
17	I	11°32'20"	30.000	3.031	6.042	0.153	0 + 860.257	0 + 857.226	0 + 863.268	8509099.272	809213.805	12	0.50
18	D	0°50'00"	100.000	0.727	1.454	0.003	0 + 886.803	0 + 886.076	0 + 887.530	8509082.082	809193.550	12	0.50
19	I	2°17'20"	100.000	1.998	3.995	0.020	0 + 946.374	0 + 944.376	0 + 948.371	8509044.200	809147.575	12	0.50
20	D	17°09'50"	30.000	4.527	8.987	0.340	0 + 984.299	0 + 979.772	0 + 988.759	8509018.934	809119.292	12	0.50
64	---	---	---	---	---	---	4 + 019.563	---	---	8508809.248	807888.572	12	0.50

Fuente: Elaboración Propia



Tabla. 103 Cuadro de coordenadas y elementos de Curvas Prog. 1+000 a 2+000 km

CUADRO DE COORDENADAS Y ELEMENTOS DE CURVAS													
Nº PI	SENT.	DELTA	RADIO	TANG.	L.C.	Ext.	P.I.	P.C.	P.T.	NORTE	ESTE	P%	SA
21	D	7°27'10"	50.000	3.256	6.504	0.106	1 + 013.125	1 + 009.869	1 + 016.372	8509006.901	809093.022	12	0.50
22	D	12°35'20"	50.000	5.515	10.986	0.303	1 + 063.597	1 + 058.082	1 + 069.068	8508992.010	809044.788	12	0.50
23	D	41°24'10"	30.000	11.337	21.678	2.071	1 + 098.288	1 + 086.931	1 + 108.610	8508989.246	809010.182	12	0.50
24	D	7°16'10"	50.000	3.176	6.344	0.101	1 + 148.956	1 + 145.780	1 + 152.124	8509020.231	808968.817	12	0.50
25	D	30°30'10"	30.000	8.180	15.971	1.095	1 + 190.160	1 + 181.980	1 + 197.951	8509048.913	808939.223	12	0.50
26	D	18°22'10"	30.000	4.851	9.618	0.390	1 + 218.162	1 + 213.311	1 + 222.929	8509076.285	808931.687	12	0.50
27	D	21°05'00"	80.000	14.887	29.438	1.373	1 + 249.305	1 + 234.418	1 + 263.856	8509107.469	808933.309	12	0.50
28	D	8°50'40"	50.000	3.867	7.718	0.149	1 + 285.264	1 + 281.397	1 + 289.115	8509140.611	808948.107	12	0.50
29	D	2°15'40"	50.000	0.987	1.973	0.010	1 + 304.921	1 + 303.934	1 + 305.907	8509157.127	808958.794	12	0.50
30	I	13°31'00"	50.000	5.925	11.796	0.350	1 + 336.856	1 + 330.931	1 + 342.726	8509183.234	808977.188	12	0.50
31	I	5°53'00"	50.000	2.569	5.134	0.066	1 + 367.939	1 + 365.370	1 + 370.504	8509212.175	808988.675	12	0.50
32	I	87°07'50"	12.000	11.414	18.249	4.561	1 + 397.351	1 + 385.937	1 + 404.186	8509240.485	808996.667	12	2.00
33	I	91°11'10"	12.000	12.251	19.098	5.149	1 + 416.854	1 + 404.603	1 + 423.701	8509248.180	808973.849	12	2.00
34	D	18°04'50"	30.000	4.773	9.467	0.377	1 + 467.013	1 + 462.240	1 + 471.707	8509195.174	808957.186	12	0.50
35	D	3°41'50"	50.000	1.614	3.226	0.026	1 + 494.772	1 + 493.158	1 + 496.385	8509172.520	808941.008	12	0.50
36	D	0°25'50"	50.000	0.188	0.376	0.000	1 + 522.042	1 + 521.854	1 + 522.230	8509151.395	808923.761	12	0.50
37	I	2°57'40"	50.000	1.292	2.584	0.017	1 + 551.246	1 + 549.954	1 + 552.538	8509128.911	808905.123	12	0.50
38	I	12°56'10"	50.000	5.669	11.289	0.320	1 + 583.723	1 + 578.054	1 + 589.343	8509102.871	808885.715	12	0.50
39	I	16°48'10"	50.000	7.385	14.663	0.542	1 + 619.936	1 + 612.551	1 + 627.215	8509069.683	808871.105	12	0.50
40	I	10°49'30"	50.000	4.737	9.447	0.224	1 + 643.900	1 + 639.163	1 + 648.609	8509045.790	808868.189	12	0.50
41	D	30°15'40"	50.000	13.520	26.408	1.796	1 + 722.829	1 + 709.309	1 + 735.717	8508967.013	808873.514	12	0.50
42	I	38°52'00"	54.000	19.052	36.631	3.262	1 + 754.754	1 + 735.702	1 + 772.333	8508937.850	808859.041	12	0.50
43	I	2°01'30"	50.000	0.884	1.767	0.008	1 + 838.557	1 + 837.673	1 + 839.440	8508854.587	808877.456	12	0.50
44	D	25°50'10"	30.000	6.881	13.528	0.779	1 + 923.040	1 + 916.159	1 + 929.687	8508772.793	808898.602	12	0.50

Fuente: Elaboración Propia

Tabla. 104 Cuadro de coordenadas y elementos de Curvas Prog. 2+000 a 3+000 km

CUADRO DE COORDENADAS Y ELEMENTOS DE CURVAS													
Nº PI	SENT.	DELTA	RADIO	TANG.	L.C.	Ext.	P.I.	P.C.	P.T.	NORTE	ESTE	P%	SA
45	I	102°48'20"	30.000	37.584	53.829	18.089	2 + 051.703	2 + 014.119	2 + 067.948	8508646.413	808873.253	12	0.50
46	D	59°29'20"	30.000	17.143	31.148	4.552	2 + 133.814	2 + 116.671	2 + 147.820	8508649.058	808976.671	12	0.50
47	D	45°13'10"	30.000	12.494	23.677	2.498	2 + 328.079	2 + 315.585	2 + 339.262	8508481.608	809081.208	12	0.50
48	I	39°24'50"	30.000	10.746	20.637	1.866	2 + 448.364	2 + 437.618	2 + 458.255	8508363.247	809053.348	12	0.50
49	D	90°24'10"	25.000	25.176	39.446	10.480	2 + 536.981	2 + 511.805	2 + 551.250	8508282.946	809092.807	12	2.00
50	D	97°00'40"	25.000	28.263	42.329	12.733	2 + 582.925	2 + 554.662	2 + 596.991	8508258.234	809041.607	12	2.00
51	I	14°33'20"	50.000	6.385	12.702	0.406	2 + 731.424	2 + 725.039	2 + 737.741	8508412.291	808989.298	12	0.50
52	I	5°44'00"	100.000	5.007	10.007	0.125	2 + 843.771	2 + 838.764	2 + 848.770	8508506.238	808927.565	12	0.50
53	I	40°33'30"	40.000	14.780	28.315	2.643	2 + 911.925	2 + 897.145	2 + 925.460	8508559.179	808884.628	12	0.50

Fuente: Elaboración Propia

Tabla. 105 Cuadro de coordenadas y elementos de Curvas Prog. 3+000 a 4+020 km

CUADRO DE COORDENADAS Y ELEMENTOS DE CURVAS													
Nº PI	SENT.	DELTA	RADIO	TANG.	L.C.	Ext.	P.I.	P.C.	P.T.	NORTE	ESTE	P%	SA
54	D	16°53'00"	30.000	4.452	8.840	0.329	3 + 051.985	3 + 047.533	3 + 056.373	8508584.686	808745.645	12	0.50
55	I	21°49'10"	30.000	5.782	11.425	0.552	3 + 152.064	3 + 146.282	3 + 157.706	8508630.590	808656.642	12	0.50
56	D	17°31'10"	40.000	6.164	12.231	0.472	3 + 250.814	3 + 244.650	3 + 256.881	8508640.007	808558.201	12	0.50
57	I	13°19'20"	50.000	5.839	11.626	0.340	3 + 362.376	3 + 356.537	3 + 368.163	8508683.607	808455.407	12	0.50
58	D	77°48'40"	30.000	24.212	40.742	8.551	3 + 498.658	3 + 474.446	3 + 515.188	8508706.492	808321.007	12	0.50
59	I	49°15'00"	30.000	13.751	25.787	3.001	3 + 552.724	3 + 538.973	3 + 564.760	8508768.181	808318.287	12	0.50
60	I	68°40'50"	30.000	20.496	35.961	6.333	3 + 651.967	3 + 631.471	3 + 667.433	8508830.647	808238.975	12	0.50
61	D	24°33'10"	30.000	6.528	12.856	0.702	3 + 720.181	3 + 713.653	3 + 726.509	8508793.520	808175.838	12	0.50
62	I	16°31'40"	30.000	4.357	8.654	0.315	3 + 822.321	3 + 817.964	3 + 826.618	8508782.992	808074.041	12	0.50
63	D	42°30'30"	30.000	11.669	22.257	2.189	3 + 879.984	3 + 868.315	3 + 890.572	8508760.966	808020.684	12	0.50
64	---	---	---	---	---	---	4 + 019.563	---	---	8508809.248	807888.572	12	0.50

Fuente: Elaboración Propia

4.4.5. Diseño vial geométrico

A. Clasificación de la vía

Según demanda:

De acuerdo a su demanda, según los resultados de conteo de tráfico que señala como IMD (derivado a la vía de evitamiento) igual a **1931 veh/día**, según el ítem 101.04 del manual DG-2018, se clasifica como **CARRETERA DE SEGUNDA CLASE**.

Según las condiciones orográficas:

El tramo objeto de estudio atraviesa por la orografía del tipo 2 y 3.

B. Velocidad de diseño

A continuación, se presenta una sectorización de velocidades determinadas:

Tabla. 106 velocidades de diseño

Km	km	Velocidad (km/hr)
0+000	01+300	50
01+300	01+500	50
01+500	01+750	50
01+750	01+943	50
01+943	02+400	50
02+400	02+700	30
02+700	04+020	50

Fuente: Elaboración Propia



C. VISIBILIDAD

La distancia de visibilidad es la longitud continua hacia delante del camino, que es visible al conductor del vehículo.

En diseño se consideran dos distancias, la de visibilidad suficiente para detener el Vehículo “Distancia de Visibilidad de Parada”, y la necesaria para que un vehículo adelante a otro que viaje a velocidad inferior, en el mismo sentido, “Distancia de Visibilidad de Paso”.

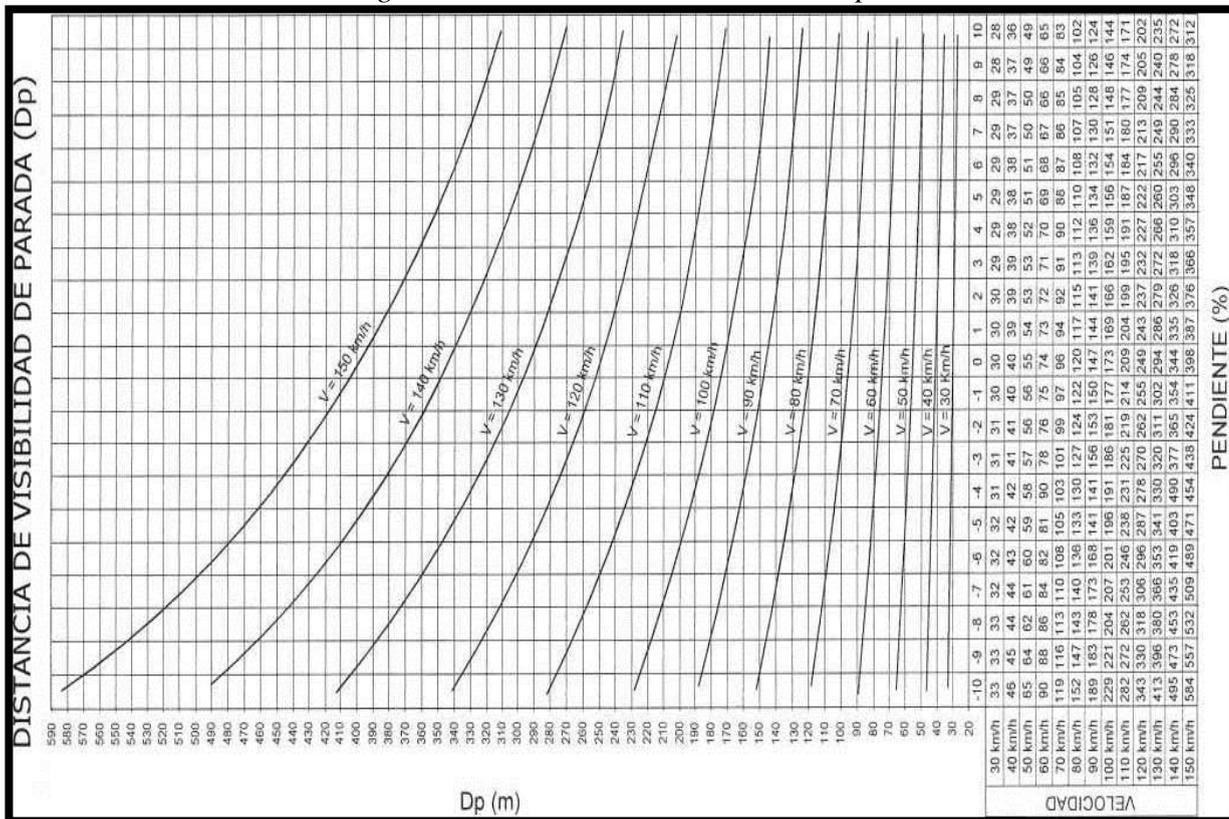
Estas dos situaciones influyen el diseño de la carretera en campo abierto, considerando alineamiento recto y rasante de pendiente uniforme.

Distancia de Visibilidad de Parada

La Distancia de Visibilidad de Parada, es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de que alcance un objetivo inmóvil que se encuentra en su trayectoria. Se considera obstáculo aquel de una altura igual o mayor a 0.15 m., estando situados los ojos del conductor a 1.15 m. sobre la rasante del eje de su pista de circulación.

De acuerdo a la velocidad directriz elegida y de acuerdo a la Tabla presentada en la Figura 205.01 del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2018 del MTC, se estableció que la Distancia de la Velocidad de Parada, llega al rango de 68 a 82 m., según la pendiente del sentido de trayectoria, si es negativo el valor mayor y si es positivo el valor menor.

Figura. 154 distancia de visibilidad de parada



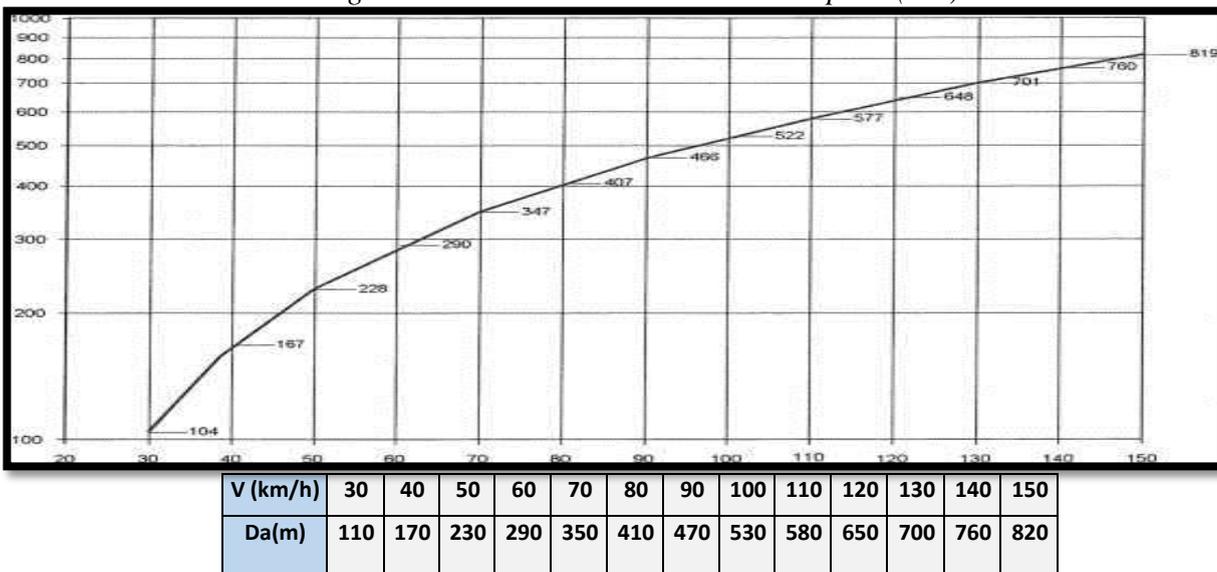
Fuente: 205.01 de la norma de diseño geométrico DG-2018 del MTC

Distancia de Visibilidad de Paso

La distancia de Visibilidad de Paso, es la mínima que debe estar disponible a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que se supone viaja a una velocidad 15 Km/h. menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario a la velocidad directriz, y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de paso.

Según el gráfico de la Figura 205.03 del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2018 del MTC, se ha establecido que esta distancia es de 110 y 280 m.

Figura. 155 distancia de visibilidad de paso (DA)



Fuente: 205.03 de la norma de diseño geométrico DG-2018 del MTC

De acuerdo a las recomendaciones de la Norma DG – 2018, se realizará los ajustes al diseño de la carretera, de forma que más del 25 % tenga la visibilidad adecuada para poder adelantar

Tabla. 107 porcentaje de carretera con visibilidad adecuada

CONDICIONES OROGRAFICAS	% mínimo	% deseable
Terreno plano Tipo 1	50	> 70
Terreno ondulado Tipo 2	33	> 50
Terreno accidentado Tipo 3	25	> 35
Terreno escarpado Tipo 4	15	> 25

Fuente: 205.05 de la norma de diseño geométrico DG-2018 del MTC

D. SECCION TRANSVERSAL

La sección transversal de una carretera en un punto de ésta, es un corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que forman la carretera en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.



Los elementos que integran y definen la sección transversal son: ancho de zona o derecho de vía, calzada ó superficie de rodadura, bermas, carriles, cunetas, taludes y elementos complementarios.

Derecho de Vía o Faja de Dominio

Tabla. 108 Derecho de vía o franja de dominio

Clasificación	Anchos mínimos (m)
Autopistas Primera Clase	40
Autopistas Segunda Clase	30
Carretera Primera Clase	25
Carretera Segunda Clase	20
Carretera Tercera Clase	16

Fuente: 304.09 de la norma de diseño geométrico DG-2018 del MTC

Para la presente vía de evitamiento se debe considerar el mínimo deseable de 20 mt.

Calzada

De acuerdo a las recomendaciones de la Norma de DG – 2018 y en función a la clasificación de la carretera, tipo, IMDA y velocidad de diseño, se determina de acuerdo a la tabla N° 304.01 de la norma de diseño geométrico DG-de MTC.

Tabla. 109 Ancho mínimo de calzada

Tabla 304.01
Anchos mínimos de calzada en tangente

Clasificación	Autopista																Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6,000								6,000 – 4,001								4,000-2.001				2,000-400				< 400			
	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase											
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
Velocidad de diseño: 30km/h																					5.00	6.00						
40 km/h																					6.60	6.60	6.60	6.00				
50 km/h											7.20	7.20									5.60	6.60	6.60	6.60	6.00			
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60								
70 km/h			7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60					6.60	6.60						
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20							6.60	6.60						
90 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			7.20								6.60	6.60						
100 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20				7.20															
110 km/h	7.20	7.20			7.20																							
120 km/h	7.20	7.20			7.20																							
130 km/h	7.20																											

Notas:
a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)
b) En carreteras de Tercera Clase, excepcionalmente podrán utilizarse calzadas de hasta 500 m, con el correspondiente sustento técnico y económico

Fuente: Tabla 304.01 de la norma de diseño geométrico DG-2018 del MTC



Con los parámetros señalados se ha determinado inicialmente que el ancho de calzada es de 6.60 m.

Berma

La Normas de Diseño Geométrico DG - 2018 recomienda los valores de los anchos de Bermas. De acuerdo a la Tabla N° 304.02 del DG-2018

Tabla. 110 ancho de bermas

Clasificación	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera							
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Tráfico vehículos/día	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																				0.50 0.50
40 km/h																			1.20 1.20	0.90 0.50
50 km/h										2.60 2.60				1.20	1.20	1.20			0.90 0.90	
60 km/h					3.00 3.00	2.60 2.60	3.00 3.00	3.00 3.00	2.60 2.60	2.00 2.00	2.00 2.00	1.20 1.20	1.20 1.20	1.20 1.20	1.20 1.20					
70 km/h			3.00 3.00	3.00 3.00	3.00 3.00	3.00 3.00	3.00 3.00	3.00 3.00	3.00 3.00	3.00 3.00	3.00 3.00	2.00 2.00	1.20 1.20	1.20 1.20	1.20 1.20					
80 km/h	3.00 3.00	3.00 3.00	3.00 3.00	3.00 3.00	3.00 3.00	3.00 3.00	3.00 3.00	3.00 3.00	3.00 3.00	3.00 3.00	3.00 3.00	2.00 2.00	2.00 2.00			1.20 1.20	1.20 1.20			
90 km/h	3.00 3.00	3.00 3.00			3.00 3.00	3.00 3.00			3.00 3.00	3.00 3.00			2.00 2.00			1.20 1.20	1.20 1.20			
100 km/h	3.00 3.00	3.00 3.00			3.00 3.00	3.00 3.00			3.00 3.00				2.00 2.00							
110 km/h	3.00 3.00				3.00 3.00															
120 km/h	3.00 3.00				3.00 3.00															
130 km/h	3.00 3.00																			

Notas:
a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)
b) Los anchos indicados en la tabla son para la berma lateral derecha, para la berma lateral izquierda es de 1,50 m para Autopistas de Primera Clase y 1.20 m para Autopistas de Segunda Clase
c) Para carreteras de Primera, Segunda y Tercera Clase, en casos excepcionales y con la debida justificación técnica, la Entidad Contratante podrá aprobar anchos de berma menores a los establecidos en la presente tabla, en tales casos, se preverá áreas de ensanche de la plataforma a cada lado de la carretera, destinadas al estacionamiento de vehículos en caso de emergencias, de acuerdo a lo previsto en el **Tópico 304.12**, debiendo reportar al órgano normativo del MTC.

Fuente: Tabla 304.02 de la norma de diseño geométrico DG-2018 del MTC

El ancho de Berma estimada es de 0.90 mt. A cada lado por razones de mantener el ancho de la carretera PE-3S, y delimitaciones arqueológicas existentes en la localidad.

Bombeo

Tabla. 111 valores de bombeo de calzada

TIPO DE SUPERFICIE	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

Fuente: Tabla 304.03 de la norma de diseño geométrico DG-2018 del MTC



El presente estudio para la vía de evitamiento, se ha propuesto el diseño del pavimento bajo la siguiente alternativa de solución:

- **Pavimento Asfáltico**

En nuestro caso y según el clima imperante en la zona, el valor adoptado es de 2,5% por el tipo de superficie y los valores de Precipitación de la Zona.

Peralte

Con el fin de contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga, las curvas horizontales deben ser peraltadas; salvo en los límites fijados en la Tabla N° 304.04 de las normas DG-2018 del MTC

Tabla. 112 valores de radio a partir de los cuales no es necesario peralte

Velocidad (km/h)	40	60	80	>100
Radio (m)	3,500	3,500	3,500	7,500

Fuente: Tabla 304.04 de la norma de diseño geométrico DG-2018 del MTC

Los valores máximos del peralte, son controlados por algunos factores como: Condiciones climáticas, orografía, zona (rural ó urbana) y frecuencia de vehículos pesados de bajo movimiento, en general se utilizará, los valores recomendados por Manual de Diseño Geométrico DG – 2018, mostrados en la Tabla N° 304.05 del DG-2018.

Tabla. 113 Valores de Peralte máximo

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)	
	Absoluto	Normal
Atravesamiento de zonas urbanas	6.0%	4.0%
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8.0%	6.0%
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12.0	8.0%
Zona rural con peligro de hielo	8.0	6.0%

Fuente: Tabla 304.05 de la norma de diseño geométrico DG-2018 del MTC

Para la presente vía de evitamiento el peralte máximo en la zona rural, será de 8%.

Taludes - Corte

La inclinación de los taludes en corte varía a lo largo de la obra según sea la calidad y estratificación de los suelos encontrados, para los diseños se tomaron los valores recomendados de acuerdo a la Tabla N° 304.10 de la norma DG-2018 del MTC

Tabla. 114 Valores referenciales para taludes en corte (relación H: V)

Clasificación de materiales de corte	Roca fija	Roca suelta	Material			
			Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas	
Altura de corte	< 5 m	1:1	1:06 1:04	1:1 1:3	1:1	2:1
	5 -10 m	1:1	1:04 1:02	1:1	1:1	*
	>10 m	1:8	1:02	*	*	*

Fuente: Tabla 304.10 de la norma de diseño geométrico DG-2018 del MTC

Taludes - Relleno

Las inclinaciones de los taludes para terraplenes variarán en función de las características del material con el cual está formado el terraplén, habiéndose tomado de un modo general los que se muestran en la Tabla N° 304.11 de la norma DG-2018 del MTC.

Tabla. 115 Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes)

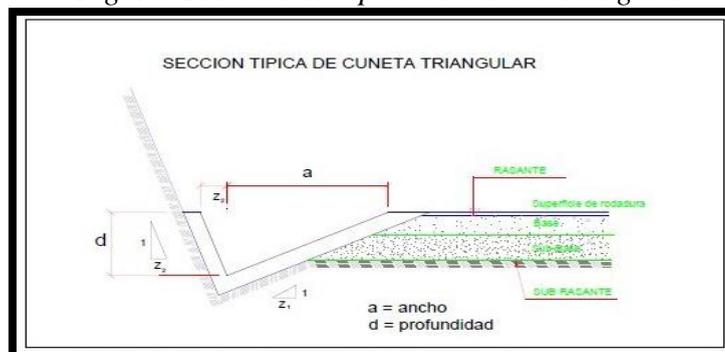
Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1.5	1:1.75	1:2
Arena	1:2	1:2.25	1:2.5
Enrocado	1:1	1:1.25	1:1.5

Fuente: Tabla 304.11 de la norma de diseño geométrico DG-2018 del MTC

Cunetas

El diseño de la cuneta utilizado en el diseño geométrico es el recomendado por el manual de carreteras Hidrología, Hidráulica y Drenaje que para zonas lluviosas es de 0.30 X 0.75.

Figura. 156 sección típica de cuneta triangular



Fuente: DG-2018 del MTC



Tabla. 116 dimensiones mínimas

REGIÓN	PROFUNDIDAD (D) (M)	ANCHO (A) (M)
Seca (<400 mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (De 400 a <1600 mm/año)	0.30	0.75
Muy lluviosa (De 1600 a <3000 mm/año)	0.40	1.20
Muy lluviosa (>3000 mm/año)	0.30*	1.20

Fuente: DG-2018 del MTC

4.4.6. Diseño geométrico en planta y perfil

4.4.6.1. Alineamiento horizontal

Se establecerá un Alineamiento Horizontal que permita la operación ininterrumpida de los vehículos, conservando la misma velocidad directriz en la mayor longitud de carretera que sea posible. En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad directriz. Esta última, a su vez, controla la distancia de visibilidad. El trazado en planta contempla la adecuada combinación de los siguientes elementos: recta, curva circular y curva de transición. La definición del trazado en planta se refiere a un eje sobre el centro de la calzada.

Consideraciones de diseño

Se evitará, en lo posible, en el presente diseño, dos curvas sucesivas en el mismo sentido cuando entre ellas existe un tramo en tangente. Preferiblemente, se sustituyeran por una curva extensa única bien estudiada o, por lo menos, la tangente intermedia por un arco circular, evitando en lo posible trazar una curva compuesta. Se busca un alineamiento horizontal homogéneo, en el cual tangente y curvas se sucedan armónicamente. Las ramas de los desarrollos tienen la máxima longitud posible y la máxima pendiente admisible, evitando la superposición de varias de ellas sobre la misma ladera.

Curvas

La simbología utilizada en los Elementos de la Curva Circular, para el presente proyecto, son los siguientes:

- PC : Punto de inicio de la curva
- PI : Punto de Intersección de 2 alineaciones consecutivas
- PT : Punto de tangencia
- R : Longitud del radio de la curva (m)
- T : Longitud de la subtangente (PC a PI y PI a PT) (m)



- L : Longitud de la curva (m)
 \square : Angulo de deflexión (°)

Radio mínimos absolutos

El radio mínimo que se usará según se indican en la Tabla N° 302.02, recomendados por la Norma DG – 2018 del MTC.

Tabla. 117 Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	t> máx. (%)	f máx.	Radio calculado	Radio redondeado
Área urbana	30	4	0.17	33.7	35
	40	4	0.17	60	60
	50	4	0.16	98.4	100
	60	4	0.15	149.2	150
	70	4	0.14	214.3	215
	80	4	0.14	280	280
	90	4	0.13	375.2	375
	100	4	0.12	492.1	495
	110	4	0.11	635.2	635
	120	4	0.09	872.2	875
	130	4	0.08	1,108.90	1,110
Área rural (con peligro de hielo)	30	6	0.17	30.8	30
	40	6	0.17	54.8	55
	50	6	0.16	89.5	90
	60	6	0.15	135	135
	70	6	0.14	192.9	195
	80	6	0.14	252.9	255
	90	6	0.13	335.9	335
	100	6	0.12	437.4	440
	110	6	0.11	560.4	560
	120	6	0.09	755.9	755
	130	6	0.08	950.5	950
	30	8	0.17	28.3	30
	40	8	0.17	50.4	50
	50	8	0.16	82	85



Área rural (plano u ondulada)	60	8	0.15	123.2	125
	70	8	0.14	175.4	175
	80	8	0.14	229.1	230
	90	8	0.13	303.7	305
	100	8	0.12	393.7	395
	110	8	0.11	501.5	500
	120	8	0.09	667	670
	130	8	0.08	831.7	835
Área rural (accidentada o escarpada)	30	12	0.17	24.4	25
	40	12	0.17	43.4	45
	50	12	0.16	70.3	70
	60	12	0.15	105	105
	70	12	0.14	148.4	150
	80	12	0.14	193.8	195
	90	12	0.13	255.1	255
	100	12	0.12	328.1	330
	110	12	0.11	414.2	415
	120	12	0.09	539.9	540
	130	12	0.08	665.4	665

Fuente: tabla 302.02 de las normas DG-2018 del MTC

Sobreancho

Las secciones en curva horizontal, estarán provistas del sobreancho necesario para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos.

Las progresivas con los sobreanchos ajustados se muestran en los planos.

4.4.6.2. Diseño geométrico del perfil longitudinal

El perfil longitudinal está controlado principalmente por:

- Categoría del Camino
- Velocidad de Diseño
- Topografía
- Alineamiento Horizontal
- Drenaje
- Costos de Construcción
- Valores Estéticos



Para fines de proyecto, el sentido de las pendientes se definirá según el avance del Kilometraje, siendo positivas aquéllas que implican un aumento de cota y negativas las que producen una pérdida de cota.

Se realizará el adecuado diseño de las curvas verticales parabólicas entre dos pendientes sucesivas de forma de lograr una transición paulatina entre pendientes de distinta magnitud y/o sentido, eliminando el quiebre de la rasante, y asegurándose de tener las distancias de visibilidad requeridas por el proyecto.

Consideraciones de diseño

Para la definición del perfil se adoptará los siguientes criterios:

- Posición del Perfil respecto a la planta
- El eje que define el perfil, coincide con el eje físico de la calzada.
- La Rasante en relación a la Orografía.

En terreno plano, la rasante estará por sobre el terreno natural, por razones de drenaje, salvo casos especiales.

En terreno ondulado, por razones de economía, la rasante sigue las inflexiones del terreno, sin perder de vista las limitaciones impuestas por la estética, visibilidad y seguridad.

En terreno accidentado, la sección es llevada generalmente en corte, evitando los tramos en contra pendiente, cuando se vence desniveles considerables, ya que ello conduciría a un alargamiento innecesario.

En terreno escarpado, el perfil está condicionado por la divisoria de aguas. Se logró una rasante compuesta por pendientes moderadas, que presenta variaciones graduales de los alineamientos, compatibles con la categoría de la carretera y la topografía del terreno.

Se evitará en lo posible las rasantes de lomo quebrado (dos curvas verticales de mismo sentido, unidas por una alineación corta).

Curvas Verticales

Las curvas verticales serán proyectadas de modo que, permitan cuando menos, la distancia de visibilidad mínima de parada, de acuerdo a lo establecido en las Normas.

Pendientes

Pendientes mínimas

En los tramos en corte generalmente se evitará el empleo de pendientes menores de 0,5%. Se usará rasantes horizontales en los casos en que las cunetas adyacentes han sido dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje y la calzada cuente con un bombeo de 2.5%.



Pendientes máximas

Se considerará los límites máximos de pendiente indicados en la Tabla N° 303.01, sugeridos en las Normas DG – 2018.

Tabla. 118 Pendientes máximas (%)

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

Notas:

- 1) En caso que se desee pasar de carreteras de Primera o Segunda Clase, a una autopista, las características de éstas se deberán adecuar al orden superior inmediato.
- 2) De presentarse casos no contemplados en la presente tabla, su utilización previo sustento técnico, será autorizada por el órgano competente del MTC.

Fuente: tabla 303.01 de las normas DG-2018 del MTC

A lo largo del tramo se tienen pendientes mínimas de 0.4 % hasta valores máximos de 8 % y valores máximos excepcionales de 9.85%, el cual cumple con lo dispuesto en el Manual para el Diseño de Carreteras DG - 2018.



4.4.7. Parámetros de diseño

Realizado todo el procedimiento de cálculos y diseños esta vía según su demanda y las condiciones orográficas de la vía en el desarrollo de esta tesis y como propuesta de solución se propone una vía de evitamiento planteada esta misma con los siguientes parámetros de diseño:

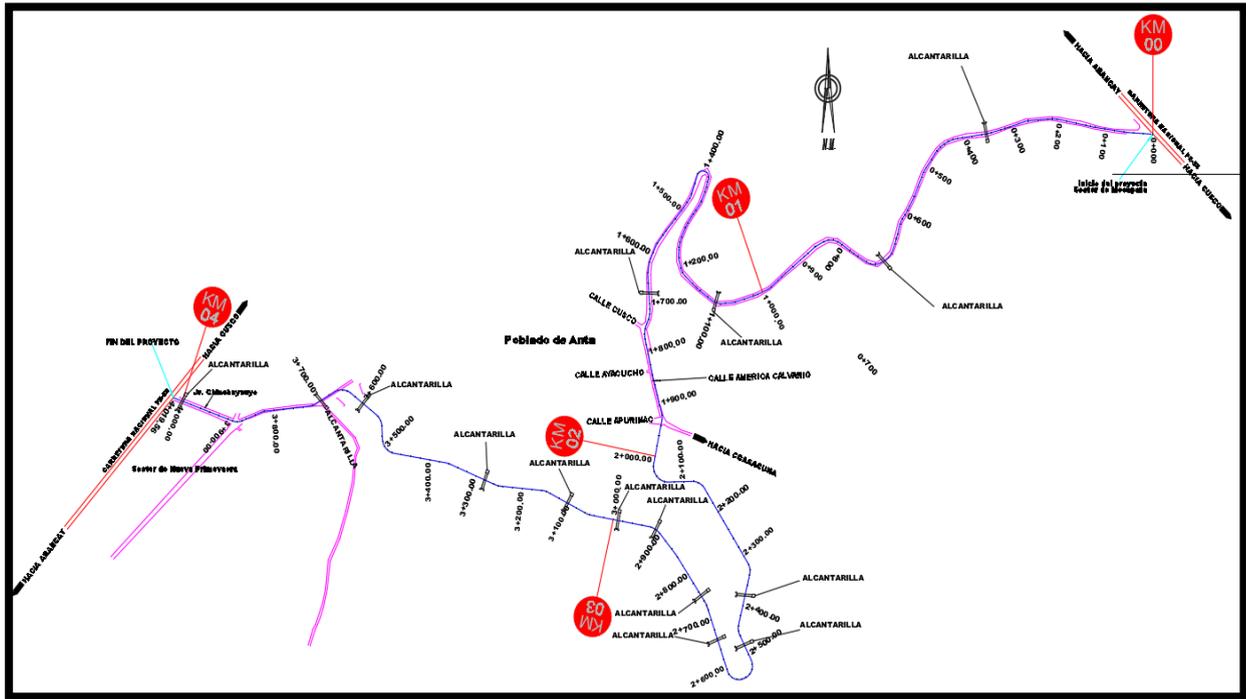
Tabla. 119 Parámetros de diseño

CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO	VIA DE EVITAMIENTO
Según Demanda	Carretera de segunda clase
Según Condiciones Orográficas	Tipo 2 y 3
Velocidad Directriz	50 km/h
Velocidad Directriz en Curvas de Volteo y Zonas Urbanas	30 km/h
Ancho de Calzada	6.60 m
Ancho de Berma a cada lado	0.90 m
Bombeo	2.5 %
Radio Mínimo Normal	125 m
Radio Mínimo Excepcional	30 m
Radio Mínimo en volteo	12 m
Pendiente máxima	8 %
Pendiente máxima excepcional	9.85%
Peralte	8 %
Cunetas	0.75 x 0.30

Fuente: elaboración propia



Figura. 157 propuesta de diseño geométrico (via de evitamiento)



Fuente: elaboración propia

Figura. 158 Propuesta de Diseño geométrico para la vía alterna (vía de evitamiento) vista isométrica



Fuente: elaboración propia

4.4.8. Resultados del análisis del sistema vial (Vía de Evitamiento)

Para el análisis, modelamiento y resultados que ofrecerá el Software Synchro 11, se tomó en como referencia los valores estipulados en la siguiente tabla de aforo dichos valores son los que fueron netamente desviados a la vía de evitamiento.

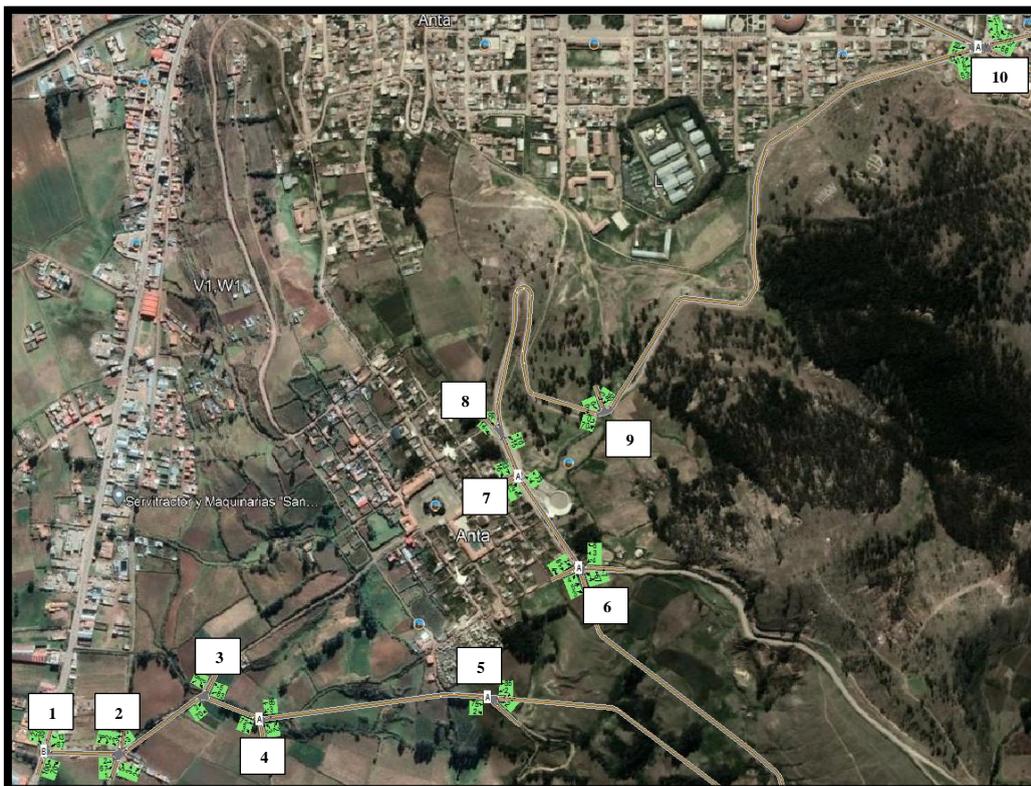
Tabla. 120 IMD corregido y tráfico vehicular hora pico en vía de Evitamiento

TRAFICO VEHICULAR (DERIVADO A LA VIA DE EVITAMIENTO)			TRAFICO VEHICULAR DE 11AM A 12PM	
IMD Corregido (Veh/día)			INDICE PICO HORARIO (IPH) (Veh/hora) HORA PICO PARA SYNCHRO	
Tipo de Vehículos	IMD	Distrib. %	Tipo de Vehículos	IPH
Autos	1150	43.6%	Autos	92
Station Wagon	270	44.9%	Station Wagon	24
Camioneta Pick Up	36	10.1%	Camioneta Pick Up	3
Panel	19	10.2%	Panel	1
Rural (Combi)	77	15.1%	Rural (Combi)	7
Micro	0	0.0%	Micro	0
Omnibus 2E y 3E	26	18.1%	Omnibus 2E y 3E	2
Camión 2E	180	37.0%	Camión 2E	14
Camión 3E	31	35.6%	Camión 3E	2
Camión 4E	2	50.0%	Camión 4E	0
Semi trayler	131	100.0%	Semi trayler	8
Trayler	9	100.0%	Trayler	1
(IMD) VIA DE EVITAMIENTO	1931	37.5%	(IPH) VIA DE EVITAMIENTO	155
				VEH/HORA

Fuente: elaboración propia

A continuación se muestran las intersecciones con su respectivo resultado y análisis.

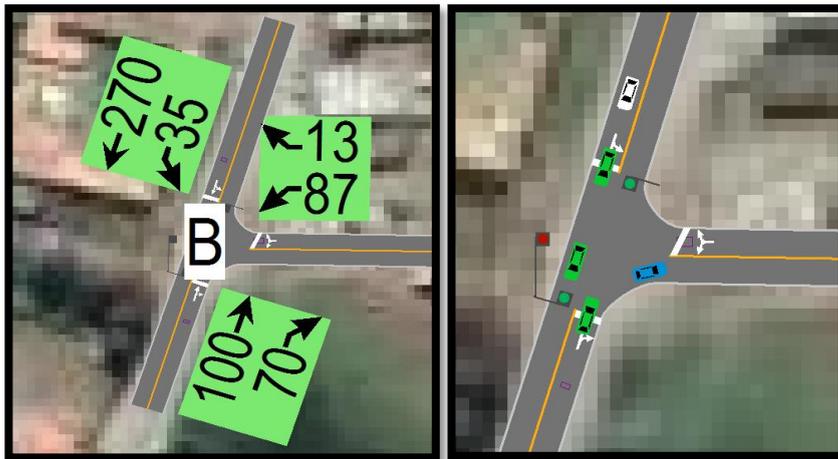
Figura. 159 Vía de Evitamiento con resultados de demoras y nivel de servicio



Fuente: Elaboración Software Synchro 11 y Google Earth

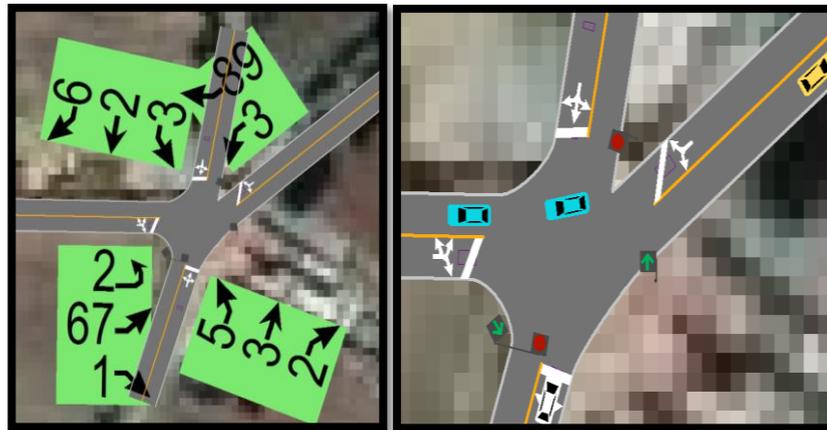


Figura. 160 Intersección N°1



Fuente: (Higway Capacity Manual **HCM**, 2016 y software Synchro 11)

Figura. 161 Intersección N°2



Fuente: (Higway Capacity Manual **HCM**, 2016 y software Synchro 11)

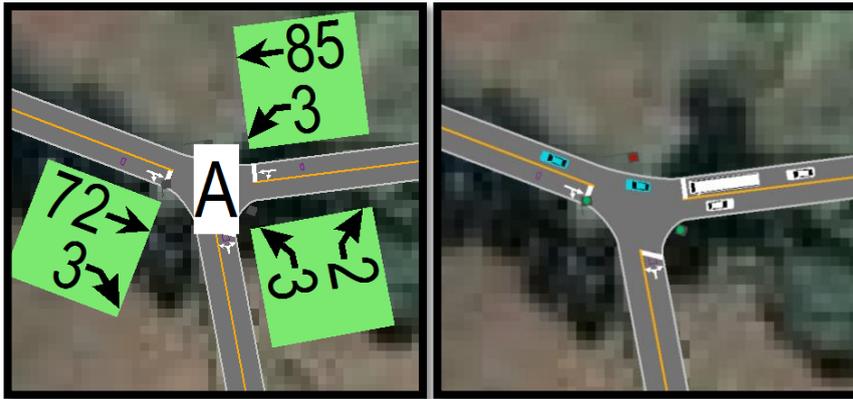
Figura. 162 Intersección N°3



Fuente: (Higway Capacity Manual **HCM**, 2016 y software Synchro 11)

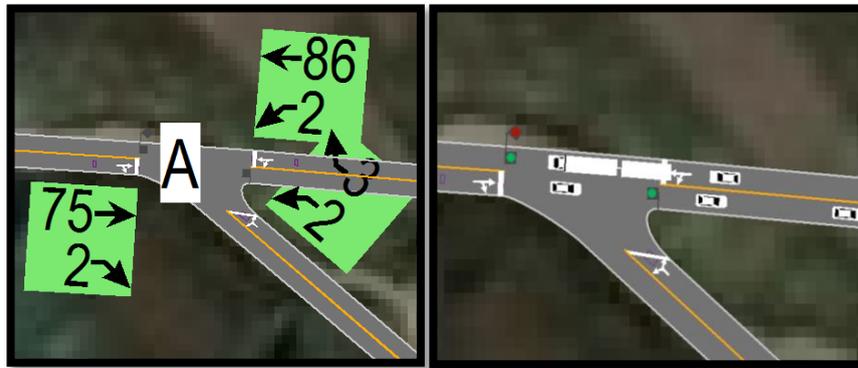


Figura. 163 Intersección N°4



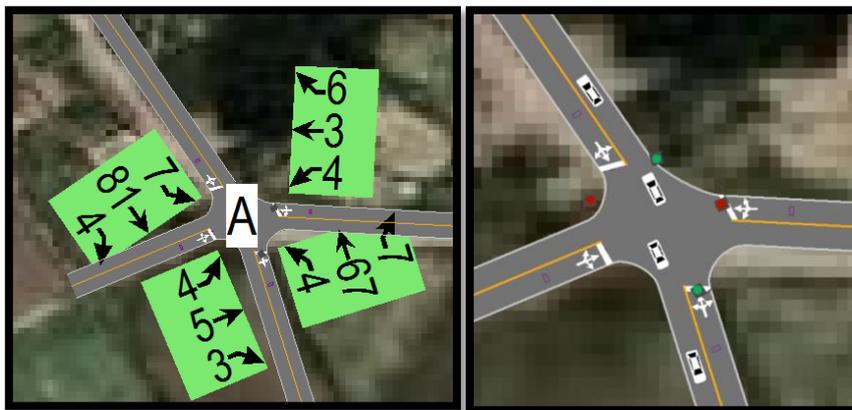
Fuente: (Highway Capacity Manual HCM, 2016 y software Synchro 11)

Figura. 164 Intersección N°5



Fuente: (Highway Capacity Manual HCM, 2016 y software Synchro 11)

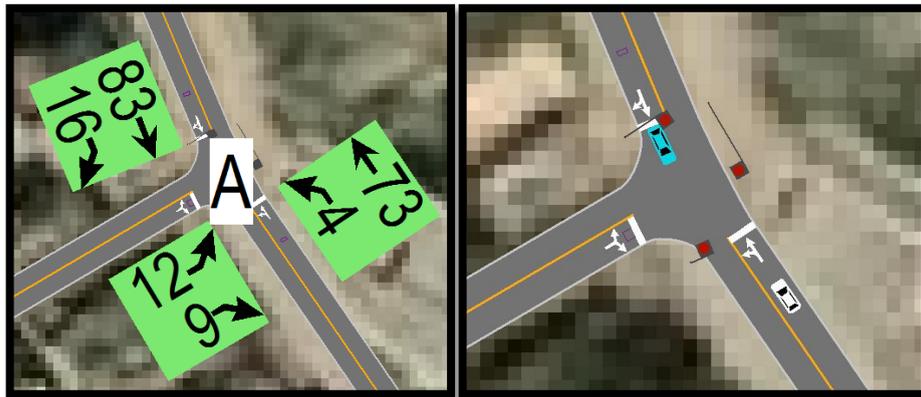
Figura. 165 Intersección N°6



Fuente: (Highway Capacity Manual HCM, 2016 y software Synchro 11)



Figura. 166 Intersección N°7



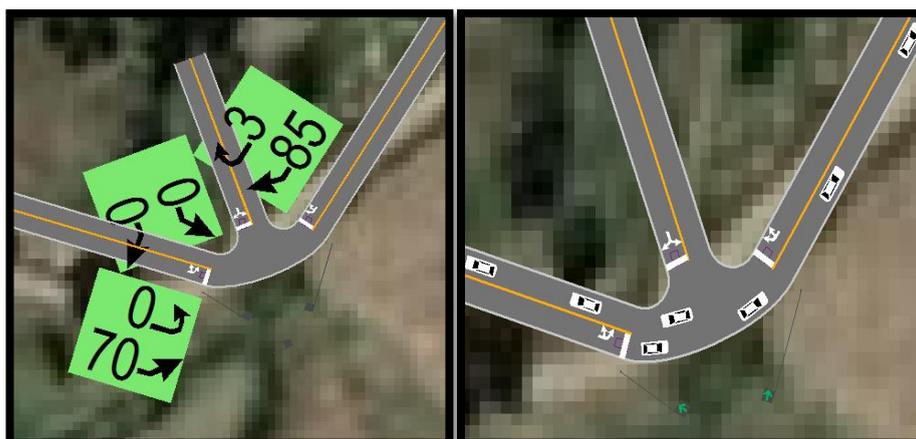
Fuente: (Higway Capacity Manual HCM, 2016 y software Synchro 11)

Figura 167 Intersección N°8



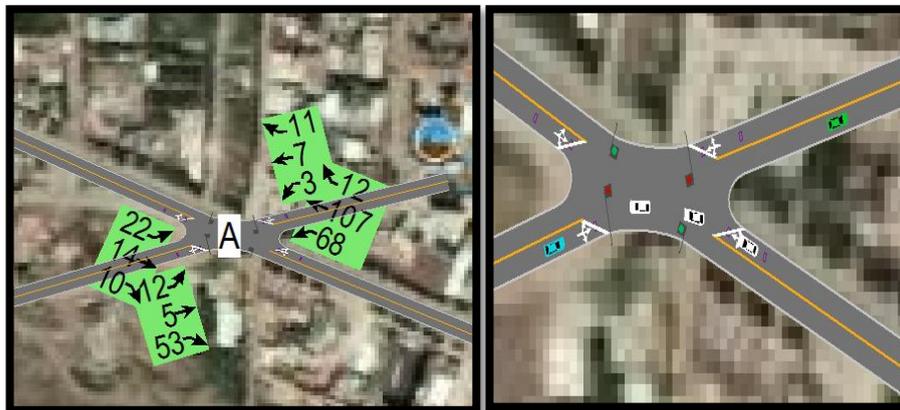
Fuente: (Higway Capacity Manual HCM, 2016 y software Synchro 11)

Figura 168 Intersección N°9



Fuente: (Higway Capacity Manual HCM, 2016 y software Synchro 11)

Figura. 169 Intersección N°10



Fuente: (Highway Capacity Manual **HCM**, 2016 y software Synchro 11)

Tabla. 121 Resultado del análisis del sistema vial (**Vía de Evitamiento**). Nivel de servicio y demoras

INTERSECCIÓN N°	DEMORAS (s/veh)	NIVEL DE SERVICIO
1 Lima - Cusco	19	B
2	15	B
3	16	B
4	8	A
5	9	A
6	7	A
7	6	A
8	9	A
9	17	B
10 Cusco - Lima	9	A

El tiempo que se demora un vehículo tipo camioneta Pick Up en recorrer toda esta vía de Evitamiento según lo calculado por el Software Synchro 11. Es de 3'+42'' mejorando y optimizando tiempo y nivel de servicio.

- Donde: A: Demora menores a 10 s/veh
 Volumen capacidad no supera a 1.0 volumen capacidad baja
 Progresión excepcionalmente favorable
 Duración de ciclo corto
 Viaje casi sin parar
- B: Demora 10-20 s/veh
 Volumen capacidad no supera a 1.0 volumen capacidad baja
 Progresión altamente favorable
 Duración de ciclo corto
 Más vehículos parados que con A

Fuente: (Highway Capacity Manual **HCM**, 2016 y software Synchro 11)

4.4.9. Resultados del análisis del sistema vial (Carretera nacional PE-3S) Flujo reducido y optimizado

Para el análisis, modelamiento y resultados que ofrecerá el Software Synchro 11, se toma en como referencia los valores estipulados en la siguiente tabla de aforo dichos valores son los que fueron netamente desviados a la carretera nacional PE-3S.

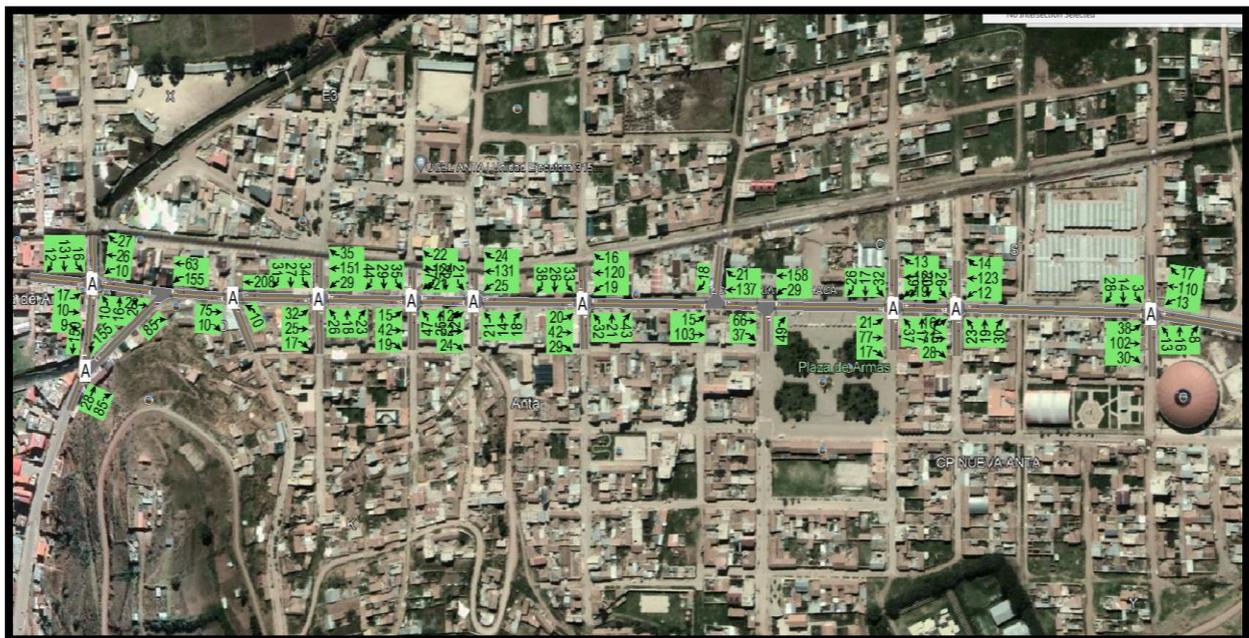
Tabla. 122 IMD corregido y tráfico vehicular hora pico en vía PE-3S

TRAFICO VEHICULAR (DISMINUIDO EN VIA EXISTENTE) IMD Corregido (Veh/dia)			TRAFICO VEHICULAR DE 11AM A 12PM INDICE PICO HORARIO (IPH) (Veh/hora) HORA PICO PARA SYNCHRO		
Tipo de Vehículos	IMD	Distrib. %	Tipo de Vehículos	IPH	
Autos	1487	56.4%	Autos	108	
Station Wagon	331	55.1%	Station Wagon	33	
Camioneta Pick Up	319	89.9%	Camioneta Pick Up	24	
Panel	168	89.8%	Panel	9	
Rural (Combi)	434	84.9%	Rural (Combi)	40	
Micro	4	100.0%	Micro	0	
Omnibus 2E y 3E	118	81.9%	Omnibus 2E y 3E	8	
Camión 2E	306	63.0%	Camión 2E	25	
Camión 3E	56	64.4%	Camión 3E	4	
Camión 4E	2	50.0%	Camión 4E	0	
Semi trayler	0	0.0%	Semi trayler	2	
Trayler	0	0.0%	Trayler	0	
(IMD) VIA EXISTENTE DISM	3225	62.5%	(IPH) VIA EXISTENTE-DISM	253	VEH/HORA

Fuente: elaboración propia

A continuación se muestran las intersecciones con su respectivo resultado y análisis.

Figura. 170 Carretera PE-3S con resultados de demoras y nivel de servicio vehicular



Fuente: Elaboración Software Synchro 11 y Google Earth



Tabla. 123 Resultado del análisis del sistema vial carretera PE-3S Av.- Jaquijahuan. Nivel de servicio y demoras, con flujo vehicular reducido y optimizado

INTERSECCIÓN N°	DEMORAS (s/veh)	NIVEL DE SERVICIO
1	8	A
2	9	A
3	7	A
4	8	A
5	9	A
6	7	A
7	8	A
8	9	A
9	9	A
10	8	A
11	7	A
12	8	A
13	9	A

Dónde: A: Demora menores a 10 s/veh
 Volumen capacidad no supera a 1.0 volumen capacidad baja
 Progresión excepcionalmente favorable
 Duración de ciclo corto
 Viaje casi sin parar

Fuente: (Higway Capacity Manual **HCM, 2016** y software *Synchro 11*)

4.4.10. Tabla comparativa (flujo total sin optimización – flujo total optimizado – flujo derivado y optimizado)

Tabla. 124 Tabla comparativa nivel de servicio vehicular

INTERSECCIÓN N°	Demoras (PE-3S) Flujo total sin optimización	Nivel de servicio	Demoras (PE-3S) Flujo total y optimizado	Nivel de servicio	Demoras (PE-3S) Flujo reducido y optimizado	Nivel de servicio	Demoras (Via De Evitamiento) Flujo Derivado y optimizado	Nivel de servicio
1	63	E	37	D	8	A	19	B
2	39	D	26	C	9	A	15	B
3	48	D	31	C	7	A	16	B
4	33	C	18	B	8	A	8	A
5	65	E	42	D	9	A	9	A
6	84	F	58	E	7	A	7	A
7	89	F	62	E	8	A	6	A
8	56	E	37	D	9	A	9	A
9	67	E	42	D	9	A	17	B
10	37	D	27	C	8	A	9	A
11	38	D	29	C	7	A		
12	36	D	33	C	8	A		
13	43	D	35	C	9	A		
TDVRET	23min+35s		15min+18s		3min+50s		3min+42s	
TDVRET (Synchro 11): tiempo de demora vehiculo recorrido en tramo								

Fuente: (Higway Capacity Manual **HCM, 2016** y software *Synchro 11*)



4.4.11. Tabla del flujo peatonal una vez implementado la propuesta de mejora (via de eviatamiento)

Tabla. 125 nivel de servicio peatonal (antes de la propuesta de mejora)

N° INTERSECCION	RESUMEN NIVELES DE SERVICIO E INCIDENCIA PEATONAL						N° INTERSECCION	RESUMEN NIVELES DE SERVICIO E INCIDENCIA PEATONAL							
	TURNOS	SUPERFICIE (m2/p)	INCIDENCIA (p/min/m)	NIVEL DE SERVICIO NDS	NIVEL DE SERVICIO EN TODO EL DIA			TURNOS	SUPERFICIE (m2/p)	INCIDENCIA (p/min/m)	NIVEL DE SERVICIO NDS	NIVEL DE SERVICIO EN TODO EL DIA			
1	PE-3S con Los Andes						8	Jaquijahuana con 24 de diciembre							
	MAÑANA	M	6.26	17.89	B	21.44		C	MAÑANA	M	6.88	17.82	B	21.25	C
	TARDE	M	5.85	16.71	B				TARDE	M	5.21	16.48	B		
NOCHE	M	3.21	29.73	C	NOCHE		M		3.44	29.44	C				
2	Jaquijahuana con Los Angeles						9	Jaquijahuana con 2 de Julio							
	MAÑANA	M	6.32	17.44	B	21.03		C	MAÑANA	M	6.26	17.22	B	20.96	C
	TARDE	M	5.23	16.21	B				TARDE	M	5.85	16.11	B		
NOCHE	M	3.56	29.45	C	NOCHE		M		3.21	29.55	C				
3	PE-3S con Jaquijahuana						10	Jaquijahuana con Plaza							
	MAÑANA	M	6.21	17.22	B	20.97		C	MAÑANA	M	6.26	17.23	B	20.99	C
	TARDE	M	5.78	16.21	B				TARDE	M	5.85	16.28	B		
NOCHE	M	3.11	29.47	C	NOCHE		M		3.21	29.47	C				
4	Jaquijahuana con Lima						11	Jaquijahuana con Plaza							
	MAÑANA	M	6.41	17.45	B	21.01		C	MAÑANA	M	6.22	17.22	B	21.28	C
	TARDE	M	5.23	16.28	B				TARDE	M	5.28	16.87	B		
NOCHE	M	3.23	29.31	C	NOCHE		M		3.61	29.74	C				
5	Jaquijahuana con Breña						12	Jaquijahuana con Inmaculada							
	MAÑANA	M	6.33	17.14	B	21.00		C	MAÑANA	M	6.84	17.22	B	20.93	C
	TARDE	M	5.87	16.22	B				TARDE	M	5.88	16.23	B		
NOCHE	M	3.98	29.63	C	NOCHE		M		3.14	29.33	C				
6	Jaquijahuana con Tarapaca						13	PE-3S con Coliseo							
	MAÑANA	M	6.11	17.1	B	20.99		C	MAÑANA	M	6.37	17.55	B	21.06	C
	TARDE	M	5.21	16.74	B				TARDE	M	5.88	16.41	B		
NOCHE	M	3.74	29.14	C	NOCHE		M		3.11	29.21	C				
7	Jaquijahuana con Los Arica														
	MAÑANA	M	6.22	17.55	B	21.10	C								
	TARDE	M	5.78	16.44	B										
NOCHE	M	3.12	29.31	C											

Fuente: (Higway Capacity Manual HCM, 2016 y software Synchro 11)

Tabla. 126 nivel de servicio peatonal (después de la propuesta de mejora)

N° INTERSECCION	RESUMEN NIVELES DE SERVICIO E INCIDENCIA PEATONAL						N° INTERSECCION	RESUMEN NIVELES DE SERVICIO E INCIDENCIA PEATONAL							
	TURNOS	SUPERFICIE (m2/p)	INCIDENCIA (p/min/m)	NIVEL DE SERVICIO NDS	NIVEL DE SERVICIO EN TODO EL DIA			TURNOS	SUPERFICIE (m2/p)	INCIDENCIA (p/min/m)	NIVEL DE SERVICIO NDS	NIVEL DE SERVICIO EN TODO EL DIA			
1	PE-3S con Los Andes						8	Jaquijahuana con 24 de diciembre							
	MAÑANA	M	6.26	15.89	B	17.44		B	MAÑANA	M	6.88	16.82	B	17.91	B
	TARDE	M	5.85	14.71	B				TARDE	M	5.21	17.48	B		
NOCHE	M	3.21	21.73	C	NOCHE		M		3.44	19.44	C				
2	Jaquijahuana con Los Angeles						9	Jaquijahuana con 2 de Julio							
	MAÑANA	M	6.32	15.44	B	17.03		B	MAÑANA	M	6.26	13.22	B	16.29	B
	TARDE	M	5.23	17.21	B				TARDE	M	5.85	15.11	B		
NOCHE	M	3.56	18.45	C	NOCHE		M		3.21	20.55	C				
3	PE-3S con Jaquijahuana						10	Jaquijahuana con Plaza							
	MAÑANA	M	6.21	19.22	B	18.30		B	MAÑANA	M	6.26	15.23	B	17.33	B
	TARDE	M	5.78	14.21	B				TARDE	M	5.85	14.28	B		
NOCHE	M	3.11	21.47	C	NOCHE		M		3.21	22.47	C				
4	Jaquijahuana con Lima						11	Jaquijahuana con Plaza							
	MAÑANA	M	6.41	14.45	B	16.16		B	MAÑANA	M	6.22	19.22	B	18.61	B
	TARDE	M	5.23	15.28	B				TARDE	M	5.28	13.87	B		
NOCHE	M	3.23	18.76	C	NOCHE		M		3.61	22.74	C				
5	Jaquijahuana con Breña						12	Jaquijahuana con Inmaculada							
	MAÑANA	M	6.33	15.14	B	17.00		B	MAÑANA	M	6.84	15.22	B	17.59	B
	TARDE	M	5.87	14.22	B				TARDE	M	5.88	17.23	B		
NOCHE	M	3.98	21.63	C	NOCHE		M		3.14	20.33	C				
6	Jaquijahuana con Tarapaca						13	PE-3S con Coliseo							
	MAÑANA	M	6.11	19.15	B	18.01		B	MAÑANA	M	6.37	16.55	B	17.39	B
	TARDE	M	5.21	14.74	B				TARDE	M	5.88	14.41	B		
NOCHE	M	3.74	20.14	C	NOCHE		M		3.11	21.21	C				
7	Jaquijahuana con Los Arica														
	MAÑANA	M	6.22	14.55	B	17.77	B								
	TARDE	M	5.78	15.44	B										
NOCHE	M	3.12	23.31	C											

Fuente: (Higway Capacity Manual HCM, 2016 y software Synchro 11)



Una vez puesto en funcionamiento la vía de evitamiento (propuesta de mejora) y derivando parte del tráfico vehicular a esta vía, *el nivel de servicio peatonal mejora de un nivel de servicio C a un nivel de servicio B tal cual se puede verificar en las tabla N°125 antes y N°126 después.*

4.4.12. Aporte, comentario y análisis de la investigación (tabla N°124)

- I. En las columnas demoras en la carretera **PE-3S flujo total sin optimizado (estado actual de la vía)** se indica que:
 - *Calculado y simulado* el desplazamiento de los vehículos mediante el software Synchro 11, se puede apreciar que para llegar *de la transición N°01 a la intersección n°13 un vehículo tipo camioneta pick up demora en desplazarse todo el tramo un tiempo de 23 minutos con 35 segundos* el cual presenta alto grado de saturación en las horas punta dando resultados de *nivel de servicio superiores D, E y F* los cuales son perjudiciales y no óptimos para una libre circulación vehicular.

- II. En las columnas demoras en la carretera **PE-3S flujo optimizado (vía optimizada)** se indica que:
 - *Optimizado, calculado y simulado* el desplazamiento de los vehículos mediante el software Synchro 11, se puede apreciar que para llegar *de la intersección N°01 a la intersección N°13 un vehículo tipo camioneta pick up demora en desplazarse todo el tramo un tiempo de 15 minutos con 18 segundos* presentado mejores niveles de servicio, incluso se puede observar un nivel de servicio B en la intersección N°4 el cual es óptimo para una libre circulación, pero en las *interacciones N° 1, 5, 6, 7, 8 y 9 se presenta niveles de servicio C, D y E* los cuales no son óptimos para una libre circulación vehicular presentando aun saturación vehicular. Siendo la vía aun no viable para una libre circulación se procedió a derivar parte del tráfico vehicular a la vía de evitamiento propuesta

- III. En las columnas demoras en la carretera **PE-3S flujo reducido y optimizado (trafico reducido y optimizado)** se indica que:
 - *Reducido, optimizado, calculado y simulado* el desplazamiento de los vehículos mediante el software Synchro 11, se puede apreciar que para llegar *de la transición N°01 a la intersección N°13 un vehículo tipo camioneta pick up demora en desplazarse todo el tramo un tiempo de 3 minutos con 50 segundos*



presentado mejores niveles de servicio, pudiendo observar un *nivel de servicio A en todas las intersecciones* los cuales son óptimos para una libre circulación vehicular sin presencia de congestión vehicular, demostrando así el aporte de esta presente investigación.

IV. En las columnas demoras en la **vía de evitamiento flujo derivado y optimizado** (*trafico derivado y optimizado*) se indica que:

- *Derivado, optimizado, calculado* y simulado el desplazamiento de los vehículos mediante el software Synchro 11, se puede apreciar que para llegar *de la transición N°01 a la intersección N°13 un vehículo tipo camioneta pick up demora en desplazarse todo el tramo un tiempo de 3 minutos con 42 segundos* demostrando así que el nivel de servicio en la vía propuesta *vía de evitamiento estarán entre A y B* siendo esta vía también óptima no presentando congestión vehicular

V. Mediante esta presente investigación se puede demostrar que desviando parte del flujo vehicular y realizando la optimización, eliminación de giros, las dos vías tanto la carretera PE-3S y vía de evitamiento *realizando una circulación vehicular simultanea por las dos vías, estas presentaran niveles de servicio por debajo de B siendo viables y optimas estas dos vías* tal cual se demuestra con los valores *calculados en la tabla N°124*

Cabe indicar que para que una vía presente nivel de servicio óptima en una zona comercial tal cual es el caso. Este nivel de servicio debe ser como máximo de C el cual se caracterizara por lo siguiente:

- *Demora 20-35 s/veh*
- *Volumen capacidad no supera a 1.0 volumen capacidad media*
- *Progresión favorable*
- *Duración de ciclo moderada*

VI. Respecto a la *incidencia del flujo peatonal* y nivel de servicio estos *sufren variación positiva y disminuye el nivel de incidencia respecto al flujo vehicular*, demostrando que los *niveles de servicio peatonal antes de la propuesta de mejora estos son iguales a C* tal cual se puede apreciar los valores en la tabla N°125, y *después de la propuesta de mejora estos niveles de servicio peatonal determinan el valor de B* tal cual se puede apreciar los valores en la tabla N°126.



CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1. Discusión

Discusión 1:

¿La optimización semafórica y eliminación de giros en las intersecciones influye en el cálculo de los niveles de servicio y capacidad vial?

Si, la optimización semafórica y eliminación de giros en las intersecciones tienen influencia directa en la capacidad y niveles de servicio, pero en esta presente investigación no basta con estas optimizaciones semafóricas y eliminación de giros para que se pueda tener un tránsito fluido y una vía con un buen nivel de servicio ya que aun siendo optimizadas se presentan demoras entre los rangos de a 65 a 89 s/veh. Demostrando así esta vía estar en niveles E, los cuales son perjudiciales para lugares urbanos como el de la presente investigación.

Discusión 2:

¿Es posible modificar o ampliar la infraestructura vial en relación a secciones transversales para incrementar los niveles de servicio y capacidad vial?

Si, sería la forma más práctica de poder generar así carriles nuevos y lugares de exclusividad para cada tipo de vehículo y movimiento, pero en esta presente investigación no se puede plantear dicho solución debido a que se trata de una carretera nacional PE-3S y también por no tener áreas paralelas libres para su ampliación ya que esta vía pasa por el corazón de esta localidad urbana.

Discusión 3:

¿Es posible proponer una vía alterna para derivar parte del flujo vehicular y disminuir así el flujo de vehículos en la carretera PE-3S la cual pasa por el corazón de ciudad de Izcuchaca?

Si, la presente investigación al proponer una vía alterna a la carretera nacional PE-3S, y con ayuda del Software Synchro 11 realiza modelados y cálculos donde al derivar parte del flujo vehicular a esta vía alterna, la carretera PE-3S disminuye sus demoras en un rango menor a 10 s/veh y su nivel de servicio determina el valor de A en todas las intersecciones, lo mismo pasa con la vía propuesta la cual presenta demoras en un rango de 6 a 19 s/veh teniendo un nivel de servicio entre A y B en el cual no se presentaría congestiones vehiculares y ambas vías trabajarían paralelamente con niveles de servicio y capacidad vial óptimo.



Discusión 4:

¿Es posible la adecuar los métodos del HCM y aplicar esta metodología **HCM (Highway Capacity Manual 2016)** en el Perú?

Si, es posible pese a un que el Highway Capacity Manual es un manual norteamericano, este método es utilizado en nuestro país como se puede apreciar en el **Manual de Diseño Geométrico de Carreteras que se refiere explícitamente en su anexo 01: “Capacidades y Niveles de Servicio”** a la teoría de capacidad desarrollada por el TBR, de acuerdo a metodología descrita en el HCM 2016.

Está presente investigación se desarrolló utilizando el HCM 2010 el cual luego fue actualizado haciendo uso del HCM 2016 donde no se presentaron varianzas en los cálculos de nivel de servicio debido a que el HCM 2010 versus el **HCM 2016 solo sufrieron actualización para el cálculo de vehículos de tonelaje superior a 250 tn (camiones mineros 350T, 235T, 3200/B)**, dichos vehículos no circular por la vía en estudio **por ende los resultados fueron los mismos calculados con el HCM 2010.**

Discusión 5:

¿Para los procesos de cálculos, análisis y evaluación de las intersecciones de estudio, es factible el uso del programa especializado SYNCHRO 11?

Si es factible, ya que SYNCHRO 11, es un software desarrollado por Trafficware, que realiza el cálculo del flujo de saturación, capacidad, relación volumen – capacidad (v/c),

Niveles de servicio, incorporando a este cálculo todos los ajustes y metodología del Highway Capacity Manual 2016 también permite modelar la circulación vehicular y zonas de conflicto los cuales mediante el uso de este software se pueden eliminar estas zonas de conflicto y mejorar los niveles de servicio de las intersecciones o vías modeladas por este software.

Discusión 6:

¿Porque cada uno de los accesos a la intersección de estudio posee diferente capacidad vial y nivel de servicio?

La metodología del Highway Capacity Manual 2016 aplicada en la tesis de investigación, considera las características geométricas, características semafóricas, volúmenes vehiculares y peatonales que contiene cada grupo de carril, lo que hace que cada acceso a la intersección sea único y por ende tenga diferente capacidad y nivel de servicio.



GLOSARIO

Acceso

Carril o grupo de carriles por el cual transita un flujo vehicular que colinda con otros accesos generando una intersección.

Calzada

Parte de la carretera destinada a la circulación de Vehículos. Se compone de un cierto número de carriles

Capacidad vial

Máximo número de vehículos que tiene razonables probabilidades de pasar por una sección dada de una calzada o un carril durante un periodo de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes de la carretera y tránsito.

Carril:

Franja longitudinal en que está dividida la calzada, delimitada o no por marcas viales longitudinales.

Ciclo o longitud de ciclo

Tiempo necesario para una secuencia completa de todas las indicaciones del semáforo

Conductor

Aquel sujeto que maneja el mecanismo de dirección o va al mando de un vehículo.

Infraestructura vial

Es todo el conjunto de elementos que permite el desplazamiento de vehículos en forma confortable, segura y eficiente desde un punto a otro en un sistema vial.

Intersecciones viales

Las intersecciones son áreas comunes a dos o más vías que se cruzan al mismo nivel o a desnivel.

Nivel de servicio:

Medida cualitativa descriptiva de las condiciones de circulación de una corriente de tráfico.

Pendiente

Inclinación de una rasante en el sentido de avance RAMAL Es un acceso a la intersección. SEMÁFOROS

Los semáforos son los elementos reguladores del tráfico por excelencia en las zonas urbanas



Transito:

Fenómeno ocasionado por la presencia de vehículos, personas y demás que circulan por una avenida, calle o autopista.

Vehículo

Es el nexo entre el conductor que lo maneja y la vía que lo contiene velocidad Se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo.

Carretera PE-3S

Denominada carretera de la sierra sur, ruta nacional PE-3S, según el clasificador de rutas (D.S.N°011-2016-MTC) y el SINAC (sistema nacional de carreteras) el cual tiene una longitud estimada de 1,516.0 km comprendido entre Abancay, Cusco, Sicuani, Ayaviri, Juliaca y Puno con una calzada de 3,60 m por carril como mínimo en el cual están contenidas cruces y pasos vehiculares a nivel y desnivel, en zonas urbanas, se cuenta con dispositivos de control de seguridad vial los cuales regulan las velocidades de operación otorgando mayor seguridad a los usuarios, la entidad que se encarga de la operación y mantenimiento es PROVIAS NACIONAL teniendo como subcontratado al consorcio de desarrollo (Vial Sur SURVIAL S.A. TRAYECTO 5) el cual se encarga del mantenimiento del tramo Nazca hasta Urcos. La Municipalidad y Gobierno regional no son entes competentes ni tienen derecho de bien para realizar modificaciones ni mejoras a esta carretera según lo estipula el Reglamento de jerarquización vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, mediante RM N°404-2018-MTC/02. Con excepciones de existir convenios o tratados entre ambas entidades.

La carretera nacional PE-3S cuando pasa por el poblado o ámbito urbano Izcuchaca este mantiene su denominación de carretera longitudinal de la sierra sur, conservando así su denominación y normativa correspondiente, concepto que se sustenta según el Reglamento de jerarquización vial del MTC mediante RM N°404-2028-MTC/02, siendo su velocidad de diseño como carretera y no vía urbana el cual se diseñó haciendo uso del Diseño Geométrico 2018.

Reglamento nacional de transito

Artículo 160.- Prudencia en la velocidad de la conducción. El conductor no debe conducir un vehículo a una velocidad mayor de la que sea razonable y prudente, bajo las condiciones de transitabilidad existentes en una vía, debiendo considerar los



riesgos y peligros presentes y posibles. En todo caso, la velocidad debe ser tal, que le permita controlar el vehículo para evitar accidentes.

Artículo 162.- Límites máximos de velocidad. Cuando no existan los riesgos o circunstancias señaladas en los artículos anteriores, los límites máximos de velocidad, son los siguientes:

a) En zona urbana:

- 1. En Calles y Jirones: 50 Km/h.*
- 2. En Avenidas: 60 Km/h.*
- 3. En Vías Expresas: 80 Km/h.*
- 4. Zona escolar: 30 Km/h.*
- 5. Zona de hospital: 30 Km/h*

La velocidad de diseño para la carretera PE-3S la cual pasa por el corazón de la ciudad de Izcuchaca y no cambia su denominación por tratarse de una carretera ya normada mediante Reglamento de jerarquización vial del MTC mediante RM N°404-2028-MTC/02 fue de 50km/h según DG-2018, exceptuando zonas escolares y hospitales el cual se determinó una velocidad de diseño de 30km/h, según lo estipulado y reglamentado en el DG-2018 (velocidad de diseño).

Si bien es cierto la Municipalidad Provincial de Anta le Cambia de denominación a la carretera PE-3S con el nombre de Jaquijahuana este solo se emplea para fines de catastro y reconocimiento de calles mas no para intervenir ni tener derecho sobre tal carretera.



CONCLUSIONES

Conclusión N°1:

Sobre la hipótesis general: “Realizado el análisis de la circulación vehicular en la carretera nacional PE-3S (Av. Jaquijahuana) en la ciudad de Izcuchaca se logra realizar la propuesta de solución”.

Realizado el análisis y al *modificar los giros en las intersecciones N°5, N°6, N°7 y N°8* y realizado la *optimización semafórica en las intersecciones N°2, N°5, N°6, N°7, N°8, N°9, N°10 y N°11*, *se han modificado los valores de las demoras y niveles de servicio*. Lo cual se puede verificar en la tabla número 88, *pero el cambio no es tan beneficioso ya que para la mayoría de las intersecciones las demoras en la circulación vehicular y el nivel de servicio se mantienen entre los rangos de a 65 a 89 s/veh. Demostrando así esta vía estar en niveles E, los cuales son perjudiciales y se mantienen saturados por el elevado flujo vehicular y bajo nivel de servicio de la vía* tal cual se puede demostrar en la *tabla 88* de los resultados por ende se realiza la propuesta de solución de una vía alterna.

Conclusión N°2:

Sobre la hipótesis específica 01: Existe una incidencia directa en el planteamiento de una vía alterna modificando esta en las demoras de circulación vehicular en la carretera PE-3S (Jaquijahuana) en la ciudad de Izcuchaca.

Existe una incidencia directa ya que al ser evacuado un porcentaje del aforo vehicular a la vía alterna, las 13 intersecciones de la carretera nacional PE-3S (Jaquijahuana) dejan de ser saturadas y modifican sus valores respecto a las demoras y niveles de servicio, logrando borrar colas y pelotones de vehículos, dichos resultados se demuestran en la tabla número 124 de esta presente investigación y aporte.

Conclusión N°3

Sobre la hipótesis específica 02: Es posible determinar la incidencia de la demanda *Vehicular y Peatonal* en las demoras de circulación vehicular en las 13 intersecciones De la carretera nacional PE-3S (Jaquijahuana) en la ciudad de Izcuchaca.



Mediante los resultados del aforo vehicular, el uso del software synchro 11 y el manual HCM 2016 se pudo determinar la incidencia de la demanda vehicular, peatonal, cálculo de demoras y niveles de servicio

Al modificar los giros en las intersecciones N°5, N°6, N°7 y N°8 y realizado la optimización semafórica en las intersecciones N°2, N°5, N°6, N°7, N°8, N°9, N°10 y N°11 y desviar el volumen vehicular a la vía alterna se pudo modificar y verificar la incidencia de la demanda vehicular, peatonal, demoras y niveles de servicio. Dichos valores se encuentran plasmados en la tabla número (124 – vehicular y 126 – peatonal). Igualmente, si desviamos el tráfico que cruza por la ciudad hacia Abancay, tendremos valores *plasmados en la tabla número 124.*

Respecto a la *incidencia del flujo peatonal* y nivel de servicio estos *sufren variación positiva y disminuye* el nivel de incidencia respecto al flujo vehicular, demostrando que los *niveles de servicio y circulación peatonal antes de la propuesta de mejora estos son iguales a C* tal cual se puede apreciar los valores en la tabla N°125, y *después de la propuesta de mejora estos niveles de servicio y circulación peatonal determinan el valor de B* tal cual se puede apreciar los valores en la tabla N°126.

Conclusión N°4:

Sobre la hipótesis específica 03: Es posible determinar la incidencia de la composición vehicular en las demoras de circulación vehicular en las 13 intersecciones de la carretera nacional PE-3S (Jaquijahuana) en la ciudad de Izcuchaca, Provincia de Anta.

Se cumple al realizar los aforos de campo, la cantidad de vehículos pesados que podrían pasar por la ciudad reducen los niveles de servicio e incrementan las demoras. En caso de desviar a los vehículos pesados por una vía alterna se puede reducir las demoras y se mejorarán los niveles de servicio por ende una mejor circulación vehicular.

Conclusión N°5:

Sobre la hipótesis específica 04: Es posible determinar la incidencia de la semaforización en las demoras de circulación vehicular en la carretera nacional PE-3S (Jaquijahuana) en la ciudad de Izcuchaca, Provincia de Anta.



Se cumple la hipótesis, ya que al optimizar los tiempos semafóricos y realizar una coordinación para ola verde se han mejorado sustancialmente los valores de las demoras y por ende una mejor circulación

Conclusión N°6:

Sobre la hipótesis específica 05: Con el análisis de circulación vehicular realizado en la presente investigación se propondrá solución para lograr una mejor circulación vehicular en la ciudad de Izcuchaca, Provincia de Cusco.

Se cumple parcialmente, dado que sería necesario expropiar terrenos de cultivo para lograr la propuesta de solución (vía de evitamiento) dicha vía será de uso exclusivo para el parque automotor de ámbito regional y nacional.



RECOMENDACIONES

Recomendación N°1

La metodología aplicada a la presente tesis de investigación, si bien es aceptada por la normativa peruana debería adaptarse a la realidad de nuestro país para una mayor precisión, ya que el comportamiento vial es distinto en los Estados Unidos. Para lo cual se recomienda tomar datos de campo para valores como la tasa de saturación base usada.

Recomendación N°2

Se recomienda la acción de tomar en cuenta los conflictos peatonales en las intersecciones semaforizadas y no semaforizadas del sistema vial de la ciudad del Izcuchaca los cuales fueron determinados en la presente investigación, debido a que se trata de una zona de máxima circulación antes de la propuesta de mejora, teniendo en consideración la solución propuesta en la presente investigación.

Recomendación N°3

Se recomienda la optimización de los ciclos de los dispositivos de control de las intersecciones semaforizadas y el resto de vías para lograr una progresión o continuidad en el flujo.

Recomendación N°4

Se recomienda realizar futuras investigaciones que comparen costos de implementación entre los tipos de infraestructura vial analizada en nuestro estudio. Así mismo realizar el diseño de pavimento para la vía propuesta.



REFERENCIAS

- ✓ &SIECA, C. (2011). Manual Centroamericano de normas para el Diseño Geométrico de carreteras.
- ✓ Manual de carreteras. Bañón Blázquez Luis & Beivá Garcia José F. (2000).
- ✓ Manual de carreteras. CAL Y MAYOR & ASOCIADOS. (1998). Ingeniería de Transito.
- ✓ Comunicaciones, M. d. (2008). Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Perú.
- ✓ Depiante V. & (2011). (2011). Capacidad en intersecciones no semaforizadas de tres ramas Cordoba Argentina
- ✓ Highway Capacity Manual HCM. (2016). WASHINGTON.
- ✓ Ing. Victor Chavez Loaiza. (2005). Manual de Diseño Geométrico de vías urbanas. LIMA: MDGVU.
- ✓ Instituto Nacional de Estadística e informática - INEI. (s.f.).
- ✓ Instituto Nacional de estadística e informática - INEI, I. (s.f.). Producto Bruto interno. Ministerio de Economía y Finanzas, M. (2015). Guía metodológica para PIP de vialidad Urbana, a nivel de perfil
- ✓ Ministerio de transportes y comunicaciones. (2018). Manual de Carreteras Diseño geométrico DG 2018,
- ✓ Ministerio de transportes y comunicaciones, M. (2018). Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras.
- ✓ National Transportation Research Board, N. (2000)