

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Análisis y optimización de la red vial nacional y urbana
para reducir la congestión vehicular en la carretera
pe-34a, en los distritos de Yura y Cerro Colorado,
Arequipa 2021**

Luis Alberto Mamani Limachi

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Arequipa, 2022

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



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

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Wilber y Mercedes, porque siempre estuvieron a mi lado. Gracias por su apoyo constante en toda mi etapa de formación.

A toda mi familia, porque me motivaron a seguir adelante para cumplir todos mis anhelos.

Un agradecimiento especial a las personas que directa o indirectamente contribuyeron con su apoyo, paciencia y motivación en el desarrollo y culminación de este proyecto de tesis.

A mi asesor de tesis, por su gran apoyo en el desarrollo del presente trabajo que me permite dar este paso muy importante.

A la Universidad Continental, por permitirme desarrollar el presente trabajo de tesis.

DEDICATORIA

Le dedico este trabajo a mis padres, Wilber y Mercedes, porque siempre me guiaron y con su esfuerzo lograron que siga adelante, cumpla mis anhelos y sea una persona de bien.

También se lo dedico a mi querida hija, Valerie, que fue el motor y motivo para concluir con este primer paso en mi etapa profesional.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	II
DEDICATORIA	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13
1. CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	14
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.1.1. Problema General	20
1.1.2. Problemas Específicos.....	20
1.2. OBJETIVOS.....	20
1.2.1. Objetivo general	20
1.2.2. Objetivos específicos.....	20
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	21
1.4. HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES.....	21
1.4.1. Hipótesis General	21
1.4.2. Hipótesis Específicas.....	21
1.4.3. Variables	22
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	23
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	23
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	23
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	27
2.2. BASES TEÓRICAS.....	31
2.2.1. Capacidad Vial.....	31
2.2.2. Nivel de Servicio.....	31

2.2.3.	Flujo Vehicular.....	34
2.2.4.	Aforo.....	34
2.2.5.	Volumen de Tránsito.....	35
2.2.6.	Intersección Semaforizada.....	36
2.2.7.	Software de Análisis y Procesamiento de Tráfico.....	38
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	46
2.3.1.	Análisis de la demanda.....	46
2.3.2.	Análisis de la oferta.....	46
2.3.3.	Estudio de tráfico.....	47
2.3.4.	Capacidad vial.....	47
2.3.5.	Densidad.....	47
2.3.6.	Tráfico vehicular.....	47
2.3.7.	Hora punta.....	47
2.3.8.	Análisis de capacidad.....	47
2.3.9.	Optimización y coordinación.....	47
3.	CAPITULO III: METODOLOGÍA.....	49
3.1.	MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	49
3.1.1.	Método de investigación.....	49
3.1.2.	Alcance de la investigación.....	50
3.2.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	51
3.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	51
3.3.1.	Población.....	51
3.3.2.	Muestra.....	51
3.4.	TÉCNICA E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	51
3.4.1.	Trabajos de Campo.....	52
3.4.1.1.	Identificación de Puntos de Aforo.....	52
3.4.1.2.	Ubicación de Puntos de Aforo.....	52
3.4.1.3.	Cronograma de los trabajos de campo.....	53
3.4.2.	Procesamiento de la información.....	54

3.4.3.	Elaboración del Modelo de tránsito.....	61
4.	CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	75
4.1.	RESULTADOS DEL TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	75
4.1.1.	Resultados obtenidos.....	75
4.2.	PRUEBAS DE HIPÓTESIS	103
4.3.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	103
5.	CONCLUSIONES.....	108
5.1.	CONCLUSIONES	108
5.2.	RECOMENDACIONES.....	110
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
7.	ANEXOS.....	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Distribución de Modos de transporte en Arequipa	15
Figura 2.	Actual sobre Posición de Tráficos Nacional y Urbano	16
Figura 3.	Congestión y presencia de colas en la intersección Carr. PE-34A – Av. 54.. 17	
Figura 4.	Congestión vehicular en la Carretera PE-34A desde la intersección con la Vía de Evitamiento, pasando por el puente Añashuayco hasta la intersección con la Autopista Arequipa La Joya	18
Figura 5.	Esquema de interrelación de los proyectos de la PPEA definida en el PDCRA	19
Figura 6.	Niveles de servicio	33
Figura 7.	Diagrama de fases de semáforo para una intersección	38
Figura 8.	Tipos de modelos considerados.....	39
Figura 9.	Principales Estrategias de Simulación del Tráfico	40
Figura 10.	Niveles de modelo	43
Figura 11.	Interfaz del software SYNCHRO ver 11.0.....	46
Figura 12.	Procedimiento de metodología empleada.....	50
Figura 13.	Ubicación de puntos de aforo vehicular	53
Figura 14.	Flujograma de hora punta en máxima demanda E-01 (PM).....	55
Figura 15.	Flujograma de hora punta en máxima demanda E-02 (PM).....	56
Figura 16.	Flujograma de hora punta en máxima demanda E-03 (PM).....	57
Figura 17.	Flujograma de hora punta en máxima demanda E-04 (PM).....	58
Figura 18.	Flujograma de hora punta en máxima demanda E-05 (PM).....	59
Figura 19.	Flujograma de hora punta en máxima demanda E-06 (PM).....	60
Figura 20.	Modelo de tráfico, con flujos actuales sin proyecto (E-01)	61
Figura 21.	Modelo de tráfico, con flujos actuales sin proyecto (E-02)	61
Figura 22.	Modelo de tráfico, con flujos actuales sin proyecto (E-03)	62
Figura 23.	Modelo de tráfico, con flujos actuales sin proyecto (E-04)	62
Figura 24.	Modelo de tráfico, con flujos actuales sin proyecto (E-05)	63
Figura 25.	Modelo de tráfico, con flujos actuales sin proyecto (E-06)	63

Figura 26.	Modelo de tráfico, con flujos futuros a 10 años - Sin Proyecto (E-01)	64
Figura 27.	Modelo de tráfico, con flujos futuros a 10 años - Sin Proyecto (E-02)	65
Figura 28.	Modelo de tráfico, con flujos futuros a 10 años - Sin Proyecto (E-03)	65
Figura 29.	Modelo de tráfico, con flujos futuros a 10 años - Sin Proyecto (E-04)	66
Figura 30.	Modelo de tráfico, con flujos futuros a 10 años - Sin Proyecto (E-05)	66
Figura 31.	Modelo de tráfico, con flujos futuros a 10 años - Sin Proyecto (E-06)	67
Figura 32.	Modelo de tráfico, con flujos actuales con proyecto (E-01)	68
Figura 33.	Modelo de tráfico, con flujos actuales con proyecto (E-02)	68
Figura 34.	Modelo de tráfico, con flujos actuales con proyecto (E-03)	69
Figura 35.	Modelo de tráfico, con flujos actuales con proyecto (E-04)	69
Figura 36.	Modelo de tráfico, con flujos actuales con proyecto (E-05)	70
Figura 37.	Modelo de tráfico, con flujos actuales con proyecto (E-06)	70
Figura 38.	Modelo de tráfico, con flujos futuros a 10 años - Con Proyecto (E-01)	71
Figura 39.	Modelo de tráfico, con flujos futuros a 10 años - Con Proyecto (E-02)	72
Figura 40.	Modelo de tráfico, con flujos futuros a 10 años - Con Proyecto (E-03)	72
Figura 41.	Modelo de tráfico, con flujos futuros a 10 años - Con Proyecto (E-04)	73
Figura 42.	Modelo de tráfico, con flujos futuros a 10 años - Con Proyecto (E-05)	73
Figura 43.	Modelo de tráfico, con flujos futuros a 10 años - Con Proyecto (E-06)	74
Figura 44.	Resultados del modelo de tráfico, con flujos actuales sin proyecto (E-01)	77
Figura 45.	Resultados del modelo de tráfico, con flujos actuales sin proyecto (E-02)	78
Figura 46.	Resultados del modelo de tráfico, con flujos actuales sin proyecto (E-03)	79
Figura 47.	Resultados del modelo de tráfico, con flujos actuales sin proyecto (E-04)	80
Figura 48.	Resultados del modelo de tráfico, con flujos actuales sin proyecto (E-05)	81
Figura 49.	Resultados del modelo de tráfico, flujos actuales sin proyecto (E-06)	82
Figura 50.	Resultados del modelo de tráfico, con flujos futuros sin proyecto (E-01)	84
Figura 51.	Resultados del modelo de tráfico, con flujos futuros sin proyecto (E-02)	85
Figura 52.	Resultados del modelo de tráfico, con flujos futuros sin proyecto (E-03)	86
Figura 53.	Resultados del modelo de tráfico, con flujos futuros sin proyecto (E-04)	87
Figura 54.	Resultados del modelo de tráfico, con flujos futuros sin proyecto (E-05)	88

Figura 55.	Resultados del modelo de tráfico, con flujos futuros sin proyecto (E-06)	89
Figura 56.	Resultados del modelo de tráfico, con flujos actuales con proyecto (E-01)...	91
Figura 57.	Resultados del modelo de tráfico, con flujos actuales con proyecto (E-02)...	92
Figura 58.	Resultados del modelo de tráfico, con flujos actuales con proyecto (E-03)...	93
Figura 59.	Resultados del modelo de tráfico, con flujos actuales con proyecto (E-04)...	94
Figura 60.	Resultados del modelo de tráfico, con flujos actuales con proyecto (E-05)...	95
Figura 61.	Resultados del modelo de tráfico, con flujos actuales con proyecto (E-06)...	96
Figura 62.	Resultados del modelo de tráfico, con flujos futuros con proyecto (E-06)	98
Figura 63.	Resultados del modelo de tráfico, con flujos futuros con proyecto (E-02)	99
Figura 64.	Resultados del modelo de tráfico, con flujos futuros con proyecto (E-03) ...	100
Figura 65.	Resultados del modelo de tráfico, con flujos futuros con proyecto (E-04) ...	101
Figura 66.	Resultados del modelo de tráfico, con flujos futuros con proyecto (E-05) ...	102
Figura 67.	Resultados del modelo de tráfico, con flujos futuros con proyecto (E-06) ...	103
Figura 68.	Propuesta de mejora vial en la Intersección a nivel Carr. PE-34A con Av. 54	105
Figura 69.	Propuesta de mejora vial en la intersección a nivel Carretera PE-34A con Carretera AR-123.....	106
Figura 70.	Propuesta de mejora vial en la intersección a nivel Carretera PE-34A con Vía de Evitamiento	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Variable independiente</i>	22
Tabla 2 <i>Variable dependiente</i>	22
Tabla 3 <i>Niveles de servicio según demoras</i>	33
Tabla 4 <i>Ubicación de puntos de Aforo vehicular</i>	53
Tabla 5 <i>Factores de conversión (UCP)</i>	54
Tabla 6 <i>Resumen de resultados escenario 01: Estado actual - sin proyecto (Año 0)</i>	75
Tabla 7 <i>Resumen de resultados escenario 02: Estado futuro - sin proyecto (Año 10)</i>	82
Tabla 8 <i>Resumen de resultados escenario 03: Estado actual - con proyecto (Año 0)</i>	90
Tabla 9 <i>Resumen de Resultados Escenario 04: Estado Futuro - Con Proyecto (Año 10)</i> . 97	
Tabla 10 Cuadro de resumen de resultados de la carretera PE-34A, en el estado sin proyecto	104
Tabla 11 Cuadro de resumen de los resultados de la carretera PE-34A, en el estado con proyecto	107

RESUMEN

La presente investigación tuvo como análisis el afectado flujo vehicular que se ha visto en nuestro sistema de transporte, principalmente en la vía Panamericana Sur que pasa la zona urbana de la ciudad de Arequipa. Así, se planteó como objetivo principal: realizar el análisis y optimización de los flujos vehiculares de la red vial nacional y urbana para reducir la congestión vehicular en la carretera PE-34A en los distritos de Yura y Cerro Colorado.

Para ello, el estudio inició con el desarrollo de encuestas al transporte y, luego, se desarrollaron los aforos vehiculares, para lo cual se denominó “estación” a cada intersección vial que contempla el estudio, obteniendo así seis estaciones críticas por analizar. Posteriormente, se determinaron los sentidos direccionales de cada estación. Los flujos calculados fueron clasificados según los tipos de vehículo y transporte. Además, se realizó la conversión a Unidades Coche Patrón.

A partir de esto, se realizó una microsimulación de tránsito con el software Synchro para las intersecciones de cada estación y para su situación actual y futura. Por lo tanto, se obtuvieron los resultados de capacidad vial, niveles de servicio, volumen - capacidad y demoras. Cabe resaltar que el proyecto de investigación de tráfico vehicular se realizó en base al Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual).

Finalmente, se concluyó con una mejora en la capacidad vial y niveles de servicio como aporte de esta investigación. Se propone ampliar la oferta vial de 1 a 2 carriles por sentido y mejorar geométricamente las intersecciones críticas a lo largo del tramo de investigación.

PALABRAS CLAVE: Flujos vehiculares, Microsimulación, Niveles de servicio.

ABSTRACT

The present investigation had as an analysis the affected flow of traffic that has been seen in our transport system mainly in the South Pan-American highway that passes the urban area of the city of Arequipa, this is how the main objective was raised: to carry out the analysis and optimization of the vehicular flows of the national and urban road network to reduce vehicular congestion on the PE-34A highway in the districts of Yura and Cerro Colorado.

For this, the study began with the development of transportation surveys and then the vehicle capacity was developed, for which each road intersection included in the study was called a "station", thus obtaining 06 critical stations to analyze, later the directional directions of each station. The calculated flows were classified according to the types of vehicles and transport, in addition, the conversion to Standard Car Units was carried out.

From this, a traffic microsimulation was carried out with Synchro Software for the intersections of each station and for their current and future situation. Therefore, the results of road capacity, service levels, volume - capacity and delays were obtained, it should be noted that the vehicular traffic research project was carried out based on the Highway Capacity Manual.

Finally, it concludes with an improvement in road capacity and service levels as a contribution of this research, it is proposed to expand the road supply from 1 to 2 lanes in each direction and geometrically improve critical intersections along the research section.

KEY WORDS: Vehicular flows, Microsimulation, Service levels.

INTRODUCCIÓN

El transporte es una necesidad básica en la sociedad, tanto para el ámbito económico como el ámbito social, además el transporte se hace con diferentes propósitos y a cualquier hora del día, así la variedad de usos económicos y sociales que nos permite la infraestructura vial y la constante presencia de usuarios son factores que pueden contribuir con el incremento de congestión. Conforme pasan los años, se puede apreciar el acelerado crecimiento del parque automotor, diferentes ciudades presentan serios problemas en el transporte urbano debido al incremento de vehículos en circulación, esto se traduce en demoras y riesgos para los conductores y peatones de las ciudades.

El presente trabajo aborda la congestión vehicular de la Red Vial Nacional y Urbana, donde existe una condición de colapso en sus flujos vehiculares, ya que se generan colas y demoras por encima de las permitidas. Así mismo busca obtener información de datos que nos permitirá reconocer la problemática actual para la futura toma de decisiones. En ese sentido, consiste en planear el desarrollo de un estudio de tráfico para, posteriormente, describir y analizar los resultados obtenidos en la simulación del programa Synchro.

Es preciso deducir que la simulación de una intersección y el segmento vial busca la creación de un modelo virtual con una mayor precisión, de modo que se puede establecer en una buena herramienta para un estudio y llegar a buenas tomas de decisiones, para, de esta manera, realizar el análisis y la optimización de los flujos vehiculares, incrementando la oferta vial y mejorando sus intersecciones para, así, reducir la congestión vehicular del tráfico ligero y pesado que se presenta en la carretera PE-34A de los distritos de Yura y Cerro Colorado de la ciudad de Arequipa.

Para definir su nivel de servicio óptimo en sus flujos de transporte vehicular en un tramo de carretera o intersección vial, y sobre la base de conceptos que el HCM 2010, contribuirá para su análisis de capacidad vial, previo trabajo de campo para la recaudación de información (aforos vehiculares).

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La red vial de carreteras en el país, sean nacionales, departamentales y vecinales, juegan un rol trascendental e importante para el desarrollo social, económico y la mejora progresiva del país. Esta red vial, sin su propio mantenimiento, se va a deteriorar su calzada el cual va a generar elevados costos de reparación de vehículos, pérdida de tiempo de viaje de los usuarios y por ende mayor número de accidentes de tránsito. De la misma manera la población en general afectada por la ausencia de buenos servicios de transporte recurrirán a los gobiernos locales y naturalmente perderán la confianza de sus representantes en el sector de infraestructuras viales.

El crecimiento de los territorios en las ciudades a nivel de habitantes, resultado de los procesos de migración, definida como la segunda migración producida en los años 70-80, producto de la reforma agraria y del desempleo rural, posteriormente se produjo la migración de la década 80-90 de los 20 años de violencia Socio Política. Situaciones que obligan a que los gobiernos locales dentro de sus competencias trabajen en la organización del espacio físico - uso del suelo, esto dentro de los acondicionamientos territoriales y la generación de infraestructura urbana, y en cuanto a servicios trabajar por el tránsito, la circulación y transporte público, esto dentro de las competencias enmarcadas para los gobiernos locales.

Los crecimientos demográficos y urbanísticos observados en la ciudad de Arequipa, se ha desarrollado en diferentes factores sociales, económicas y ambientales que son requeridos en atender en los diferentes puntos de vista relacionados al progreso urbano, por lo que es necesario mejorar de manera organizada el uso de áreas físicas del suelo, necesidad que exige plantear y aprobar Planes y Proyectos, siendo uno de ellos el Plan de Desarrollo Metropolitano de Arequipa.

Otro punto para tomar en cuenta es que las Autoridades para el Análisis por modos de transporte identificados en Arequipa, han elaborado estudios como INYPSA, del cual se recoge el siguiente resultado, del análisis desarrollado durante un día y medio según los diferentes modos de transporte, en el que la mayoría (63 %) se realiza mediante transporte público.

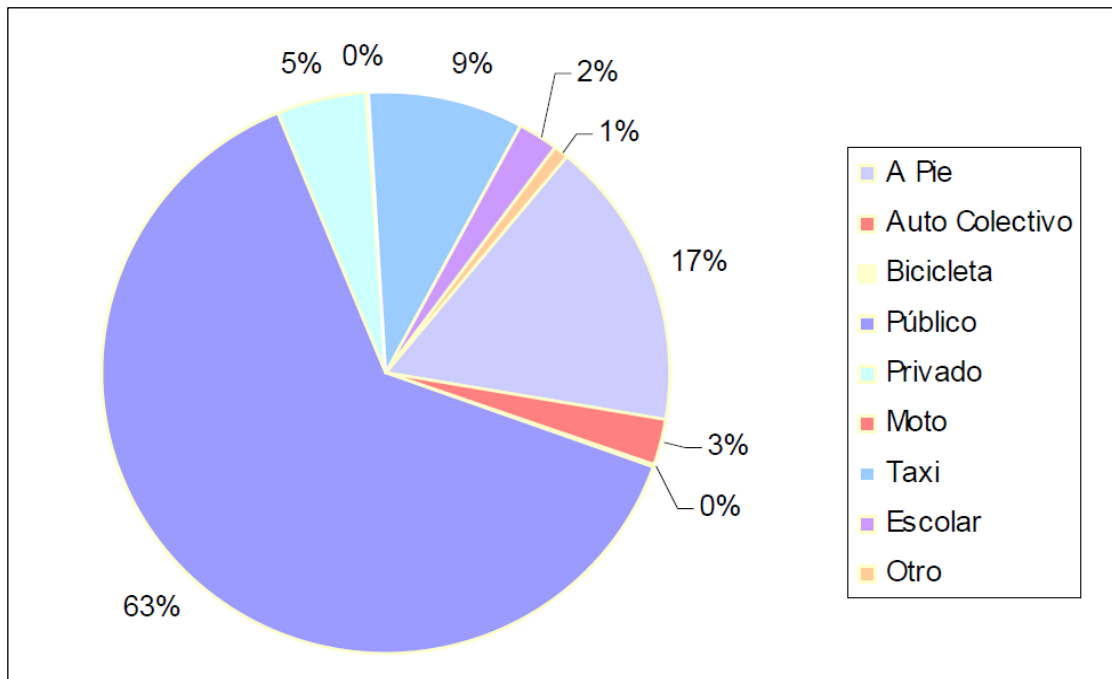


Figura 1. Distribución de Modos de transporte en Arequipa

Fuente: Elaboración propia - INYPSA

La región Arequipa es la ciudad por donde se conecta las longitudes nacionales de la costa y la sierra del país, mediante la vía PE-34, con los tramos de PE-34A y PE-34C. El tramo PE-34A comprende el recorrido de: Emp. PE-1S (La Repartición)-Uchumayo-Dv. Chiguata; (PE-34C)-Yura-Dv. Viscachane; (PE-34E)-Patahuasi - Pte.Sumbay – Imata; (PE-34J) Pte. Imata I-Santa Lucia; (PE-34C) Deustra-Cabanillas-Emp. PE-3S (Juliaca) con una longitud total de 300 km. Técnicamente la PE-34A es una vía asfaltada de una sola calzada de 7.20 m de ancho de doble sentido, tiene un puente sobre el río Chili de 50 m. de doble calzada en la zona de Uchumayo.

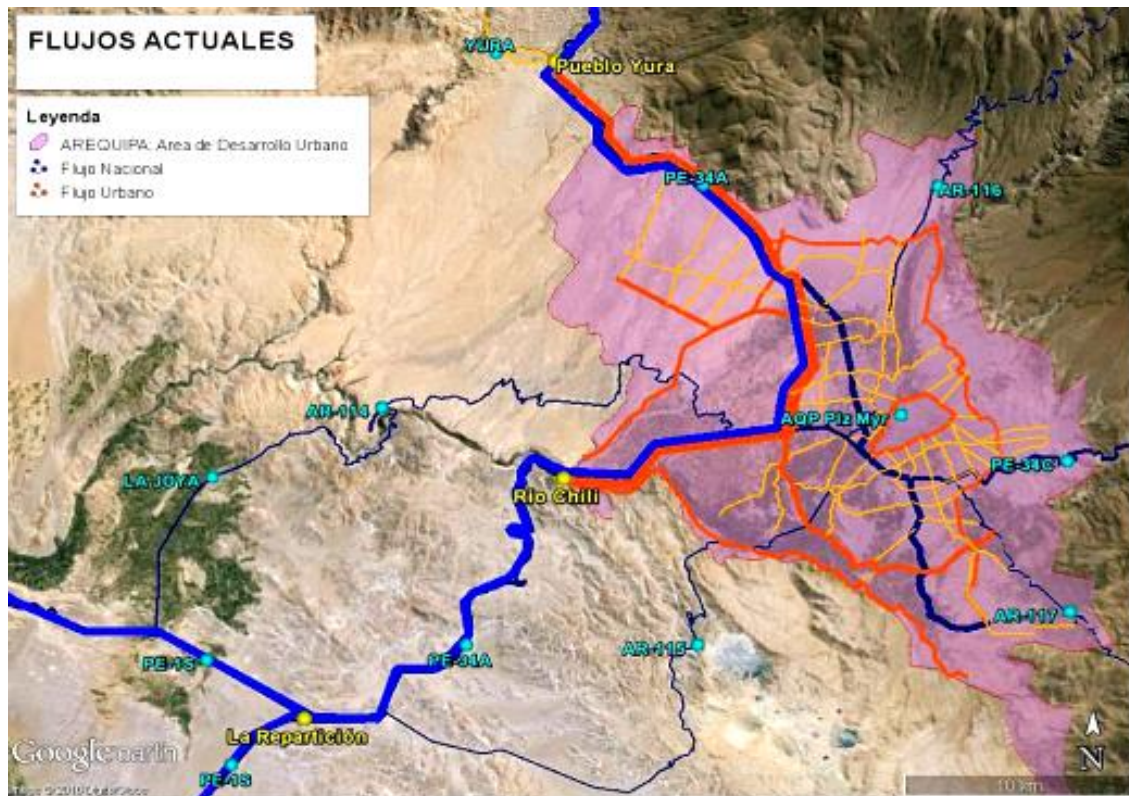


Figura 2. Actual sobre Posición de Tráficos Nacional y Urbano

Fuente: Elaboración propia – Google Earth Pro

Como se ha señalado, esta es la única vía que soporta el 100 % del flujo de vehículos de clase liviana y clase pesada, siendo esta vía la única apta, para la transitabilidad de ambas clases, que representa la movilización del servicio público, tránsito nacional y regional en ambos sentidos.

La carretera PE-34A cumple también una función urbana y local de conexión y conducción de flujos de tráfico vehicular, esto es: conectar la ciudad de Arequipa con la carretera Panamericana, la Interoceánica Sur, las longitudinales nacionales de la costa y de la sierra y conducir los flujos tráfico de carretera y los flujos de tráfico urbano. Es en este tramo es que se observa el grave problema para la región Arequipa sobre el nivel de servicio vehicular que soporta la carretera nacional PE-34A, y de manera puntual en el tramo que va desde la Vía Evitamiento hasta el distrito de Yura.



Figura 3. Congestión y presencia de colas en la intersección Carr. PE-34A – Av. 54

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, el problema se empieza a identificar ante la escasa oferta vial de integración urbana y local en los distritos de Cerro Colorado y Yura, esto se puede observar actualmente en una conexión vial de dos ejes que como se ha dicho viene soportando un transporte liviano y pesado, y que dentro de la sección de esta vía se cuenta con un puente denominado como Añashuayco, puente por el que pasan los vehículos en su recorrido de ida y vuelta de las zonas de norte, oeste y este de la ciudad de Arequipa, en el tramo que se ha precisado puntualmente, el tiempo que demanda trasladarse es de aproximadamente 20 minutos en horas punta. Esto tiene su explicación ya que la demanda actual es de 7,000 vehículos/día en promedio que supera en 583 % su capacidad, esta vía se ha convertido en la zona más congestionada del sur del Perú y en una de la más peligrosa del país teniendo un accidente cada dos días y más de 20 muertes por año.

Tal situación produce altos niveles de contaminación por emisiones de gases y emisiones de ruidos de las flotas vehiculares urbana y de carga, así como probabilidades de riesgo en generación de accidentes de tránsito, pérdida de horas hombre por incremento de tiempo en el viaje debido a la congestión producida por la sobre posición de tráfico urbanos y de carretera, las llegadas inoportunas a sus

destinos, no representando una oferta vial segura que afecta al desarrollo de las actividades cotidianas de los habitantes.

Pudiendo afirmar entonces, que el nivel del servicio brindando en esta vía, en el tramo señalado, es “F”, esto significa: congestión, viaje colapsado y demoras largas, condición que se origina cuando el flujo de tránsito en un punto o segmento vial excede la cantidad de vehículos permitidos. En este tramo se observa también la formación de colas, donde la acción del usuario se caracteriza por demoras en puntos de parada y arranque, extremadamente variable, típicos de los “cuellos de botella”, por las características líneas arriba mencionadas y en concordancia con la clasificación del Manual DG-2018 cuando mucho podría clasificarse como una “Carretera de Segunda Clase”.



Figura 4. Congestión vehicular en la Carretera PE-34A desde la intersección con la Vía de Evitamiento, pasando por el puente Añashuayco hasta la intersección con la Autopista Arequipa La Joya

Fuente: Elaboración propia

Esto es resultado de que el diseño geométrico de su vía principal Variante de Uchumayo, se hizo hace 50 años, para vehículos con velocidades y capacidades de carga mucho menores de los actuales. Los cerca de 50 años de funcionamiento son

más que suficientes para considerar que el diseño ha devenido en obsoleto para los actuales estándares de ingeniería.

El Plan de Desarrollo Regional Concertado Arequipa 2013 – 2021 (PDRCA), considera como un medio fundamental para el desarrollo de la región la ejecución de las obras agrupadas en la denominada “La Plataforma Productiva Exportadora de Arequipa PPEA en el que considera la vía AR-123 como punto central para el transporte de mercadería terrestre (agroindustria, minería, comercio, servicio y turismo) en conexión con el Puerto de Matarani, y con el Aeropuerto Internacional Jorge Rodríguez Ballón. Considerando que toda Plataforma Productiva – Exportadora, propicia un mayor flujo de tráfico pesado y ligero, y de no contar con una infraestructura vial adecuada que respalde en crecimiento de Arequipa, llevara a una interrupción en este medio fundamental de desarrollo para Arequipa, agravándose la situación actual de la vía PE-34A.

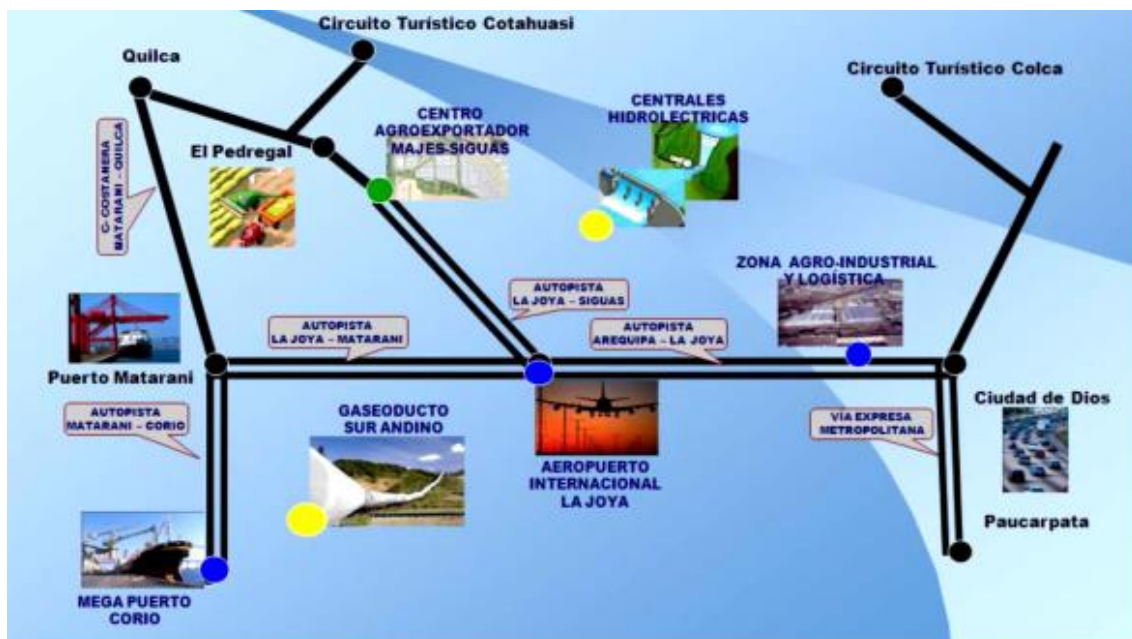


Figura 5. Esquema de interrelación de los proyectos de la PPEA definida en el PDCRA

Fuente: GRA - Plan de Desarrollo Regional Concertado Arequipa 2013 – 2021

Por lo tanto, es necesario generar puntos adicionales de entrega y captación de tráfico que interconecte zonas locales y urbanas, descongestionando toda la vía de PE–

34A, desviando el flujo de los vehículos ligeros y dar libre paso al tránsito pesado, independientemente del destino que tengan los usuarios a nivel local y urbano. Este fin puede lograrse evaluando la oferta vial y la demanda actual a través de un modelo de tránsito, que permita conocer el comportamiento real y simular las posibles soluciones.

1.1.1. Problema general

- ¿De qué forma se puede analizar y optimizar los flujos vehiculares de la carretera PE-34A en los distritos de Yura y Cerro Colorado para reducir la congestión vehicular?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿Qué metodología nos permite determinar los volúmenes de tránsito vehicular y caracterizar los flujos existentes?
- ¿Cómo distribuir el tráfico existente a través de una nueva propuesta de vialidad?
- ¿Cómo construir el modelo de tráfico que evalúe y optimice la red vial existente y la red vial propuesta?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

- Realizar el análisis y optimización de los flujos vehiculares de la red vial actual para reducir la congestión del tráfico vehicular en la carretera PE-34A en los distritos de Yura y Cerro Colorado.

1.2.2. Objetivos específicos

- Utilizar la metodología adecuada para determinar los flujos de tráfico existentes y conocer las zonas de mayor congestión durante el día.
- Distribuir el tráfico existente a través de una propuesta de nueva vialidad que reduzca la congestión de los flujos vehiculares que atraviesa el distrito de Yura y Cerro Colorado.

- Construir el modelo de tráfico que evalúe y optimice la red vial existente y la red vial propuesta.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Siendo Arequipa la segunda ciudad más poblada del Perú afronta nuevos retos de modelos de desarrollo, motivo importante para lograr que sus vías de acceso sean adecuadas para mantener el tráfico en movimiento constante.

El estudio se justifica debido a los problemas de congestión vehicular, demoras largas y la urgente propuesta de solución que separe el tráfico pesado y urbano que existe en el área de estudio, así mismo para obtener información de datos del tráfico vehicular, de este modo optimizar el tránsito de la red vial y porque no, una propuesta de movilidad urbana sostenible para que se nos permita acceder de manera más rápida a nuestros destinos y a los servicios básicos de la ciudad.

1.4. HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

1.4.1. Hipótesis general

- La optimización de la red vial existente nos permitirá identificar la problemática actual para la futura toma de decisiones, en los proyectos del gobierno en cuestión de estudio de tráfico, así optimizar y disminuir los niveles de congestión vehicular en la carretera PE-34A desde el distrito de Yura y Cerro Colorado.

1.4.2. Hipótesis específicas

- La metodología adecuada para determinar los flujos vehiculares existentes consiste en aforos vehiculares.
- La optimización de la red vial y flujos vehiculares disminuirá la congestión en la carretera PE-34A desde Yura hasta Cerro Colorado.
- El modelo de tráfico permitirá optimizar los flujos vehiculares proyectados hacia la nueva red vial propuesta.

1.4.3. Variables

❖ Variable independiente

Tabla 1

Variable independiente

Variable independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Congestión	El concepto de estudio se realiza con la finalidad de aliviar la carretera PE-34A de alto congestionamiento, para lo cual se analiza y propone opciones de mejora.	El estudio tiene como objetivo identificar las condiciones de la infraestructura vial y posteriormente determinar su nivel de servicio en base al tipo de vehículos que transitan por la carretera PE-34A.	Flujo vehicular.	Volúmenes de tráfico. Geometría vial. Tiempos de semáforo. Congestión.

Fuente: Elaboración propia

❖ Variable dependiente

Tabla 2

Variable dependiente

Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Análisis y optimización	El estudio de tráfico de la carretera PE-34A se puede caracterizar en variables de análisis y optimización que tiene relación con la problemática actual y poder disminuir la congestión que tiene como fin el estudio de investigación.	Factores principales que se identifican en el estudio de investigación y determinar la capacidad vial y viabilidad en su construcción.	Aforo vehicular.	Capacidad vial. Nivel de servicio. Viabilidad en su construcción.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Según Bazaña (2021), en su proyecto de investigación titulado “Diseño de solución vial para la congestión vehicular en la intersección de la Av. Juan Montalvo y vía a Las Mercedes en el Cantón Isidro Ayora” presentan como objetivo proponer la solución vial, por medio de estrategias integrales para la mejora frente a los problemas producto de la congestión vehicular, empleando la medición manual y la tecnología para los aforos vehiculares determinado su nivel de servicio y la capacidad vial de los flujos vehiculares información procesada en el software Synchro 8. Concluyendo que la capacidad oscila entre 48.5 % hasta 53.9 % en condiciones normales en la intersección semaforizada obteniendo un nivel de servicio de tipo A. De la misma manera se logra identificar con mayor presencia de vehículos los miércoles y viernes en horas pico y también se reconoce la falta de señalización.

Según Rodríguez, Cano (2018), en su trabajo de grado titulado “Influencia de los vehículos de carga pesada en la congestión vial de la ciudad de Bogotá D.C – Colombia” tuvo como objetivo elaborar una propuesta técnica que permita mitigar el impacto de la congestión vehicular que ejercen los vehículos de carga pesada en la ciudad, de acuerdo al estudio realizado se observa un impacto negativo que generan todos los vehículos de carga pesada en las principales vías de la ciudad, esto conlleva a plantear la propuesta de implementar un puerto seco en la ciudad de Mosquera (Cundinamarca), en base a los datos recolectados se determina que el corredor de la Calle 13 es la más transitada por el transporte de carga pesada que recibe 4 veces más tránsito de carga con respecto a la autopista norte con una diferencia de 1400 vehículos, esta información se obtendrá con la herramienta de modelación con el

software PTV VISSIM. De esta manera, los resultados que nos demuestra gráficamente distintos escenarios de modelación, pero existe varios factores que influye en el problema de congestión, por ello, se recolecto la información de tránsito vehicular de las estaciones. Concluyendo con resultados de modelación de cada corredor con la restricción del tránsito de carga, tal razón que los dos sectores están de acuerdo con la restricción de vehículos de carga, mejorando la calidad del flujo vehicular en velocidad y corredores disminuyendo la longitud de colas.

Según Burgos (2017), en su trabajo de grado titulado “Análisis de alternativas de solución a la congestión vehicular en la Autopista Sur por avenida Bosa (Bogotá-Colombia) con ayuda del software de micro simulación de tráfico Synchro” su objetivo consistió en el análisis de alternativas para la solución a la congestión vehicular de la autopista de la avenida Bosa a través de una modelación en el software Synchro, para ello, se requiere determinar el volumen vehicular, observar la problemática actual en los puntos de conflicto y analizar alternativas de mejora a partir de la simulación en el software. En los resultados se pudo evidenciar en la hora punta que corresponde entre las 06:45 am y las 7:45 am, un aforo de 6424 vehículos mixtos/hora, finalmente se formularon alternativas de solución a la congestión, una de las soluciones fue la disminución de longitud de cola con reducciones de 50 mts. sobre la autopista sur siendo relevante en el nivel de servicio; y otra solución permite una descongestión total en donde elimina tiempos de demora y longitudes de cola estos datos obtenidos optimiza volúmenes de tráfico ingresados de los aforos a través de la modelación en el software.

El presente proyecto también contiene procedimientos para el estudio de la situación de tráfico vehicular y demoras en intersecciones viales semaforizadas, de este modo generar un modelo para volúmenes de tráfico fluido, esto indica aplicar el software de micro simulación SYNCHRO.

Según Sanchez (2017), en su proyecto técnico titulado “Análisis de congestionamiento vehicular para la optimización de los semáforos desde el Redondel

El Cambio hasta el distribuidor El Bananero” tuvo como objetivo el análisis de posibles factores que generan en el congestionamiento vehicular mediante el conteo manual del volumen de tráfico en cada semáforo con la teoría de las colas, para obtener los niveles de servicio y relación volumen - capacidad con el programa Synchro 8.0. Concluyendo con los resultados que los intervalos de tiempo de los semáforos dentro de la avenida 25 de Junio generan un nivel de servicio entre B y F en las horas pico y una relación de volumen capacidad regular en los puntos semafóricos. Por lo tanto, los resultados del conteo de tráfico vehicular simulados en el software Synchro 8, optimiza los niveles de servicio generando una relación $V/C < 1$, cuyos valores son considerados dentro del análisis.

Synchro es un programa de simulación macroscópica y analiza flujos de tráfico, con enfoque en la planificación, diseño y control de tal manera optimizar mejores tiempos en la sincronización de los semáforos en intersecciones y arterias viales.

Según Bayas (2011), en su trabajo de investigación titulado “El tráfico vehicular en la intersección de la avenida Atahualpa y Víctor Hugo y su incidencia en la calidad de vida de los moradores del sector sur de la ciudad de Ambato” tuvo como objetivo determinar la eficiencia del ordenamiento vehicular en la intersección de la avenida Atahualpa y Víctor Hugo y su incidencia en la calidad de vida de los moradores del sector, consiste en determinar el nivel de congestión vehicular a través del aforo de tráfico que permitieron calcular y verificar esta información complementando la recolección de datos de contaminación acústica en decibeles en todo el área de estudio. concluyendo con una distribución del área de estudio en 8 estaciones de las cuales las estaciones E1, E4, E6, E8 son consideradas más críticas por ser principales ingresos de flujos vehiculares, identificando las horas pico como en la mañana de 07:00 a 08:30, en medio día 12:00 a 14:00 y en la tarde 15:00 a 19:00 horas como el más prolongado. En ese sentido el análisis de la congestión vehicular se obtuvo a través del volumen horario del sector que era igual a 293 veh/h y se redujo a 217 veh/h, y la demanda como máximo fue 23 minutos y una demora promedio de 13.50

minutos. Por último, la contaminación acústica disminuye de 90.7 decibeles a 60 decibeles.

Según López, Hernández, Reyes, Santiago y Aparicio (2018) en su trabajo de investigación titulado “Metodología de Análisis del flujo vehicular a través de Simulación Discreta para reducir congestionamientos viales a través de rutas alternas en Misantla Veracruz” señala como objetivo realizar una simulación del flujo vehicular que comprende desde la entrada principal de la ciudad de Misantla, Veracruz hasta el centro, de esta manera busca propuestas de vías alternas para reducir el congestionamiento vial; esto indica optar por diferentes alternativas de vías de ingreso a la ciudad de Misantla, así mismo tuvo que elaborar un formato de recolección de datos de flujos vehiculares tanto de ingreso y salida de la ciudad. Para ello, se elaboró el aforo vehicular para su análisis, así como medir los tiempos de viaje en dichas rutas de acceso, de la misma manera identificar puntos de demoras de flujo vehicular y finalmente realizo esquemas de flujo para ser modelado en el software, de esta manera identificar las posibles alternativas de solución y adjuntar al modelado para el diseño de la nueva propuesta de tráfico. Concluyendo que cumplió los parámetros de diseño flujo vehicular; esta investigación permitió identificar nuevas alternativas de vías alternar para reducir el nivel de congestionamiento vial, como también minimizar los tiempos de viaje que les tomaba en llegar al centro de la ciudad, adicionalmente se propone un rediseño de sus rutas en el transporte público, autobuses nacionales y el transporte pesado, de acuerdo con restricción del horario de circulación para cada transporte como la velocidad que un vehículo desarrolla en su desplazamiento en tramo de análisis (factor muy importante del comportamiento de colas).

En el presente estudio podríamos destacar la metodología de análisis que menciona en dicho antecedente para luego optar la herramienta de simulación de esta manera nos permitirá identificar vías alternas en base al modelo actual y disminuir la congestión, paradas y espera que se presenta en la carretera PE-34A.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Según Rimapa (2021), en su tesis titulado “Estudio del flujo vehicular y propuesta para evitar la congestión vehicular en la Av. Francisco Bolognesi, entre la Av. José Leonardo Ortiz y la calle M. Grau, distrito de Chiclayo, departamento de Lambayeque, 2019” tuvo como objetivo evaluar el flujo vehicular con respecto al área de influencia y proponer alternativas para evitar la congestión vehicular, plan que involucra procesar la recopilación de datos de tráfico realizados en cada intersección de la Av. Francisco Bolognesi. Donde se concluye un IMDA crítica en la Av. Francisco Bolognesi de 8’895,790 de vehículos/año con un transporte público de 76.2 % y de transporte privado de 23.8 %, así mismo se determina la hora punta para la optimización de los ciclos semafóricos de cada intersección por el método de Webster estableciendo el sistema de ola verde que comprende tiempo de verde de 10 segundos y por ende el tiempo de ciclo semafórico de 80 a 82 segundos.

Según Pereda y Montoya (2018), en su trabajo de tesis titulado “Estudio y optimización de la red vial avenida América Sur, tramo Prolongación Cesar Vallejo – avenida Ricardo Palma, Trujillo” indica como objetivo desarrollar el estudio y optimización de un tramo vial, de tal manera determinar posibles variantes de la infraestructura vial, identificando las horas de mayor congestión vehicular, los tiempos de semáforo y la señalización horizontal y vertical. Concluyendo que en el tramo analizado falta una adecuada señalización tanto vertical como horizontal por la falta de mantenimiento; se pudo definir que presenta un nivel de servicio óptimo para sistemas viales de gran envergadura donde requiere una circulación continua en todos los tramos de estudio, y de acuerdo con el Manual de Diseño de vías se demuestra que la única de intersección que es la Av. Gonzales Prada empalme con la Av. América Sur, cumple con los parámetros de Factor Hora Pico de 0.93 demostrando así la fluidez vehicular.

Para el presente trabajo se definirá métodos para la optimización del tráfico con un análisis y diagnóstico de información de la infraestructura vial existente,

identificando técnicas de tal manera tomar puntos estratégicos de colapso vehicular para optimizarlos y disminuir la congestión vehicular en la zona norte de la ciudad de Arequipa.

Según Arguedas, Mosqueira (2018), en su tesis titulado “Propuesta de Solución Integral en la Av. Del Aire entre las Avenidas Aviación, San Luis y Rosa Toro, mediante un Análisis de la congestión Vehicular Aplicando la Metodología HCM 2010” tuvo como objetivo plantear una solución integral que mejore la oferta del flujo vehicular y por consiguiente disminuir la congestión vehicular obteniendo niveles de servicio óptimos en base a la metodología del HCM 2010, esto represento la recolección de datos de aforos, tiempo de semáforos, características geométricas de las vías e intersecciones, para luego ser procesados y realizar los cálculos para lograr determinar los niveles de servicio de cada intersección mediante una modelación general en el software Synchro. Concluyendo con resultados obtenidos de los flujos vehiculares la hora punta para cada intersección: intersección N.º 01 y 03 de 07:45 am a 08:45 am, por otro lado, la intersección N.º 02 de 11:00 am a 12:00 pm. Así mismo se mejoró los niveles de servicio en la intersección N.º 01 y 02 con la optimización del ciclo semafórico y la intersección N.º 03 se obtuvo un nivel de servicio de tipo C el cual no requería optimización. Por lo tanto, la optimización de ciclos semafóricos mejoro significativamente el nivel de servicio del tramo de estudio.

Según Gonzales y Rey (2016), en su tesis titulada “Propuesta de mejora de los niveles de servicio para mitigar la congestión vehicular en las intersecciones de la Av. Rafael Escardo comprendida entre las Avenidas Costanera, La Paz y la Libertad, Lima – San Miguel” menciona llevar a cabo el aforo vehicular en las intersecciones N.º 01, 02, 03 que tiene lugar entre las avenidas, la Libertad y Costanera en la avenida R. Escardo; de tal manera obtener niveles de servicio permitidos, modelar la congestión vehicular actual en dichas intersecciones con el programa Synchro Traffic 8.0, posteriormente formular propuestas que disminuyan el colapso de congestión vehicular, y realizar una simulación para mejorar dicho tramo con el programa Synchro

Traffic 8.0. Finalmente se concluyó el análisis de intervalos de hora punta para cada intersección calculando la hora pico de 18:30 a 19:30 horas, así mismo se define niveles de servicio ideales en función de los resultados del aforo vehicular en las intersecciones estudiadas, como también la optimización de los ciclos semafóricos con el apoyo de la herramienta Synchro Traffic 8.0.

De la misma manera en el presente trabajo contemplará aforos vehiculares en fichas de observación para identificar el nivel de servicio de la intersección vial existente, esto previo análisis realizado mediante una simulación en el programa Synchro, el cual permitirá optimizar los flujos vehiculares en una nueva red vial, ya que inicialmente se considera como la metodología adecuada.

Según Pinto (2016), en su tesis titulada “Análisis y planteamiento de soluciones en el ovalo “Los Incas” – intersección de la avenida Dolores con la avenida Los Incas en la Provincia de Arequipa” tuvo como objetivo solucionar el problema de la congestión vehicular que se presenta en el ovalo Los Incas, por propuestas de bajo y alto costo para una calidad adecuada de transitabilidad vehicular y peatonal, asimismo analizar las redes en su geometría y dispositivos que controlen el volumen de tráfico actual; para lo cual se identificó factores que influyen los niveles de servicio de la intersección estudiada. Concluyendo que los niveles de servicio alcanzan el valor “F” más que todo en horas punta; en cuanto a la intersección de estudio según especificaciones del Manual Diseño Geométrico Carreteras – 2013 un ovalo o rotonda debe tener un diámetro de 25m. como mínimo, por otro lado, los periodos de tiempo de máxima demanda se presentan los sábados entre las 18:30 y 19:30hrs. Como consecuencia se propone la implementación de bahías para tener un mayor flujo vehicular en dicha intersección, de esta manera los niveles de servicio serán “D” con una solución de bajo costo, como también una alternativa ideal de un paso a desnivel para la vía rápida de la avenida Los Incas, de tal manera permitirá una mejora en el flujo vehicular y mínimamente interrumpido, la presente solución está proyectado con una vida útil de hasta 25 años.

De igual forma la presente investigación realiza la observación de los niveles de servicio que corresponde a la calidad del servicio, que será un máximo de modos por unidad de tiempo en la mencionada vía de estudio (PE-34A), para finalmente concluir con propuestas de alto costo si lo amerita, esto de acuerdo los niveles de servicio obtenidos en su modelación siendo un pequeño aporte de la problemática que la aqueja consecuencia del abandono por parte de las autoridades de turno.

Según Rodrigo, Rivas (2018), en su tesis titulado “Análisis de la capacidad, congestión y flujo vehicular para la optimización del nivel de servicio del Óvalo Pachacútec de la ciudad del Cusco” señala como objetivo plantear un rediseño de la intersección del Óvalo Pachacútec de la ciudad del Cusco, para su análisis se realizó el conteo vehicular de todas las aproximaciones hacia dicho Óvalo en el horario de mayor congestión previamente determinado. Con los datos obtenidos se calculó la capacidad vial con la metodología TRL (Transport Research Laboratory), como su nivel de servicio mediante la simulación en VISSIM 11 y finalmente la relación volumen capacidad. Así mismo contempla mejoras en su geometría y optimización de ciclos semafóricos. Concluyendo con resultados de flujos vehiculares que supera la capacidad vial, en la tabla N.º 192 indica el flujo vehicular de la entrada Pje. Jorge Chávez con dirección a Av. Luis Vallejo entra en congestión con 2990 veh/h con demoras de 311.56 segundos y se optimiza con la propuesta de paso a desnivel con la reducción de demora hasta 30.83 segundos, el cual representa una mejora de 90.18 % en relación con tiempos de demora. Así mismo los flujos vehiculares entran en congestión por giro a la izquierda hacia la Av. La Paz desde la Av. Alameda Pachacútec con 3291 vehículos generando demoras de 203.51 segundos y se optimiza con paso a desnivel reduciendo sus demoras hasta 25.32 segundos, el cual representa una mejora de 87.56 %. En tal sentido se debe implementar a futuro los pasos a desnivel.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Capacidad vial

“Número de vehículos que pasan frecuentemente por una carretera o avenida, es decir la infraestructura vial soportara como máximo un numero razonable de vehículos durante un tiempo determinado, en condiciones diferentes que se puedan presentar en la vía como ambientales y aparatos de control” (Cal y Mayor y Cárdenas, 2017, p. 397).

“Una infraestructura vial de sistema continuo no presenta obstáculos externos al flujo vehicular, por otro lado, el sistema vial discontinuo presenta obstáculos de intersecciones, semáforos y señales de tránsito que afecta la circulación vehicular y por ende la capacidad” (Cal y Mayor y Cárdenas, 2017, p. 397).

2.2.2. Nivel de servicio

Es una estratificación cualitativa que corresponde un volumen de flujo vehicular, esto quiere decir un máximo número de vehículos por unidad de tiempo (por hora), donde los usuarios pueden describir condiciones libres para realizar maniobras, contar con comodidad y seguridad vial, que representa la calidad del servicio de transporte.

“El manual de capacidad vial HCM 2010, establece seis niveles de servicio denominados: A, B, C, D, E y F, que van del mejor al peor, los cuales se definen según que las condiciones de operación sean de circulación continua o discontinua” (Cal y Mayor y Cárdenas, 2017, p. 398).

Seguidamente indicaremos uno por uno los niveles de servicio, para Cal y Mayor y Cárdenas (2017, pp. 405-406) describe para tramos de carreteras:

- ✓ Nivel de servicio A.- Describe características libres para los vehículos que circulan en un tramo de carretera, dado que los usuarios experimentan distintas velocidades y diferentes desplazamientos o cambios de carril existentes en su sentido direccional, lo cual significa condiciones ideales aceptables.

- ✓ Nivel de servicio B.- Se considera todavía un viaje libre dentro del tramo de carretera, pero ya el usuario puede apreciar otros vehículos en circulación, de la misma manera se puede mantener las velocidades permitidas, pero disminuye un poco las maniobras o cambios de carril, esto significa un viaje sin tráfico ni demoras al usuario.
- ✓ Nivel de servicio C.- Representa como un viaje típico en el tramo de carretera, el usuario presencia un tráfico normal manteniendo las velocidades permitidas, por otro lado, se comienza a limitar las maniobras o cambios de carril, en principio las condiciones ideales se tornan poco inestables.
- ✓ Nivel de servicio D.- Marca un hito al concepto de capacidad, por ende, está dentro de la calidad de servicio de una infraestructura de transporte, los usuarios experimentan ligeramente percepciones de demoras generadas por la presencia de pequeñas colas, pero aceptables, en cambio se limita por completo las maniobras o cambios de carril.
- ✓ Nivel de servicio E.- Pertenece ya a un viaje evidentemente demorado, se empieza a exceder el hito de capacidad vial, el usuario experimenta una sensación de demoras no es tan crítico, pero no puede realizar maniobras fácilmente, así mismo el flujo vehicular presenta pequeños colapsos viales.
- ✓ Nivel de servicio F.- Destaca que ya estamos en congestión se aprecia un viaje colapsado, el usuario experimenta demoras largas, paradas y esperas por la presencia de grandes colas, estas condiciones se generan por la presencia del transporte carga que circulan a una velocidad muy baja o infraestructuras adicionales al tramo de la carretera generando los típicos cuellos de botella.

Tabla 3

Niveles de servicio según demoras

Nivel de Servicio	Demora por Control (Segundos /Vehículos)
A	< 10
B	>10 - 20
C	> 20 - 35
D	> 35 – 55
E	> 55 - 80
F	> 80

Fuente: HCM 2010

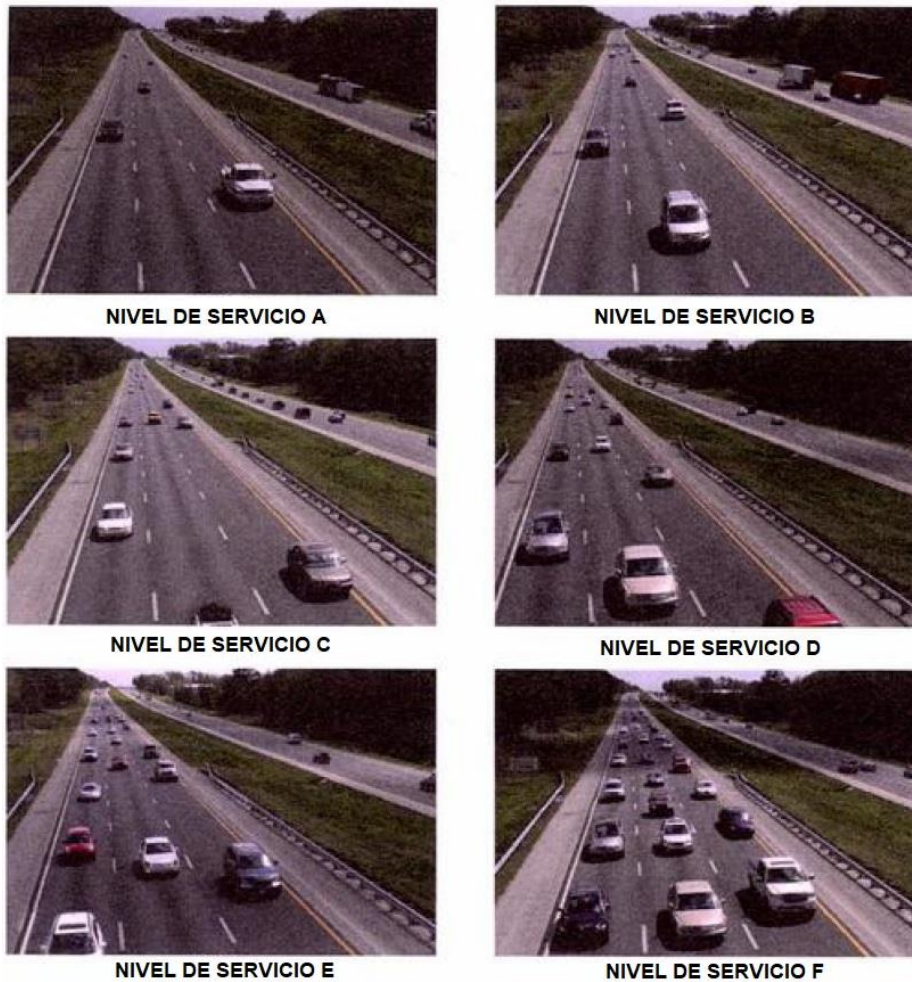


Figura 6. Niveles de servicio

Fuente: HCM 2010

2.2.3. Flujo vehicular

“Son las características y el comportamiento del tránsito vehicular, que corresponde a los requisitos básicos para cualquier diseño de infraestructura vial y sus obras complementarias, el análisis de flujo vehicular describe la forma como circulan los vehículos en cualquier tipo de vialidad, lo cual permite determinar el nivel de eficiencia de la operación” (Cal y Mayor y Cárdenas, 2017, p. 302).

En ese sentido el análisis de los flujos vehiculares que se desarrollaran en el presente proyecto mediante la microsimulación está relacionado a diferentes factores. Según Cal y Mayor y Cárdenas (2017), relaciona estos factores con microsimulación para el análisis de flujo vehicular como son:

- ✓ El volumen.
- ✓ Velocidad.
- ✓ Densidad.
- ✓ El intervalo.
- ✓ El espaciamiento.

2.2.4. Aforo

Es el conteo vehicular con registros generados de una muestra de volumen de tráfico que circula en un determinado punto durante una jornada diaria, especialmente días donde se presenta un tráfico crítico que serán contabilizados en tiempos de 15 minutos, se utilizarán formatos de conteo.

A continuación, se describe el método más usado para los aforos vehiculares:

- Aforos Manuales:

Se conoce como la acción de registrar o apuntar en un formato de papel la cantidad de vehículos que circulan en un tramo de carretera o punto de intersección, este conteo se puede realizar en intervalos de tiempo de 15 minutos a través de las horas del día, para posteriormente realizar su análisis. Este tipo de aforo es el más usual que es resto y su eficacia depende de contar con los recursos

necesarios y mano de obra calificado, el cual permitirá distinguir los diferentes movimientos y direcciones que realizan los modos de transporte en las intersecciones.

Para Cal y Mayor y Cárdenas (2017), describen diferentes maneras de obtener un registro de volúmenes de tránsito como las que mencionaremos:

- Aforos con el uso de dispositivos mecánicos, ya que estos registran y contabilizan automáticamente los ejes de cada vehículo.
- Aforos combinados tanto mecánicos y manuales, viene a ser que cuando simplemente todos los equipos de registro se están operando por los aforadores.
- Aforos con la utilización de equipos electrónicos, en efecto consiste en el uso de cámaras fotográficas, cámaras filmadoras para luego ser visualizados y analizados en la computadora.

2.2.5. Volumen de tránsito

Se define a la cantidad de vehículos que circulan por un tramo o punto de carretera, en un periodo de tiempo establecido (Cal y Mayor y Cárdenas, 2017).

- Factor de Hora Pico (FHP).

Es un factor con finalidad de calcular los niveles de servicio estos datos se puedan ajustar y tomar mejores valores determinísticos, quiere decir considerar el valor crítico en una hora aforada. Por esta razón se toma la cuarta parte de una hora (15 minutos) crítica del tráfico, así mismo, al factor de hora pico (FHP) se le puede conocer como el factor horario de máxima demanda (FHMD). En consecuencia, se están considerando los factores más exigentes para una mejor solución y propuestas de futuras infraestructuras viales (Paucara, 2018).

- Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).

Viene a ser el número máximo de vehículos que circulan por un tramo o punto de carretera en el lapso de 01 hora, esto simboliza la demanda máxima de

vehículos que se puede obtener durante un día de aforo (Cal y Mayor y Cárdenas, 2017).

2.2.6. Intersección semaforizada

Son los diferentes cruces existentes en una carretera urbana y generalmente su diseño geométrico es a nivel, estos cruces están regulados por aparatos de control denominados semáforos el cual tiene como objeto que los vehículos en circulación puedan tener una mejor coordinación al cambio de dirección o permanecer su trayecto.

“Las intersecciones, deben contener las mejores condiciones de seguridad, visibilidad y capacidad, posibles” (MTC, 2018).

- **Semáforos**

Son aparatos electrónicos de control con colores luminosos, que tiene la finalidad de regular y ordenar el tránsito vehicular motorizado, de bicicletas y peatones, generalmente en intersecciones o tramos de carreteras urbanas a través de señales en luces de color rojo que prohíbe la circulación vehicular; la señal de color verde dispone la circulación vehicular y el color ámbar dispone al usuario dar paso restringiendo la circulación vehicular para no ingresar a la intersección (MTC, 2016).

Siendo los semáforos dispositivos útiles y más donde existe mucha demanda vehicular, de este modo se pretende garantizar seguridad y control vial efectivo. Según Cal y Mayor y Cárdenas (2017, pp. 171-172), identifica los colores de las luces del semáforo de la siguiente manera:

- ❖ Rojo. En esta señal de color rojo los conductores de vehículos se detienen antes de la señalización blanca pintada en la calzada, de la misma manera no cruzarán los peatones, o caso contrario algún otro semáforo adicional indique su paso.

- ❖ Verde. En esta señal de color verde los conductores de vehículos pueden seguir de frente o cambiar de trayectoria direccional, o caso contrario alguna señalización vertical prohíba dicho cambio de dirección. En este caso los peatones que deciden cruzar la vía contraria del semáforo en cuestión podrán siempre en cuando algún otro semáforo les indique lo contrario.

- *Distribución de los tiempos del semáforo.*

En una intersección señalizada, los semáforos muestran características de control de tiempos y formas que nos permite interpretar su significado en cuestión de circulación y tránsito. Según Cal y Mayor y Cárdenas (2017, pp. 507-508) los términos básicos de los tiempos en un semáforo lo describen de la siguiente manera:

- ❖ Ciclo: Es la indicación del semáforo que muestra en secuencia completa los tres colores según el tiempo programado para cada uno.
- ❖ Intervalo: Lapso de cualquier división de ciclos semaforicos.
- ❖ Fase: Viene a ser una separación del ciclo total del semáforo de acuerdo con las direcciones o movimientos que tiene la infraestructura vial, es decir una sola dirección por cada fase seleccionada. Cada fase presenta derechos de paso.
- ❖ Secuencia de fases: Es cuando el total del ciclo presenta divisiones de tiempo en orden consecutivo.
- ❖ Intervalo verde: Cuando la señal semaforica es verde y ocurre el derecho de paso.
- ❖ Intervalo de cambio: Lapso en que ocurre la señal de ámbar como aviso para mostrar la siguiente fase.
- ❖ Intervalo de todo rojo: Ocurre durante la señal de rojo para el tránsito vehicular en general, que puede ser utilizado para una fase exclusiva para

la circulación de peatones, se aplica generalmente en aquellas intersecciones que tienen mayor ancho de calzada.

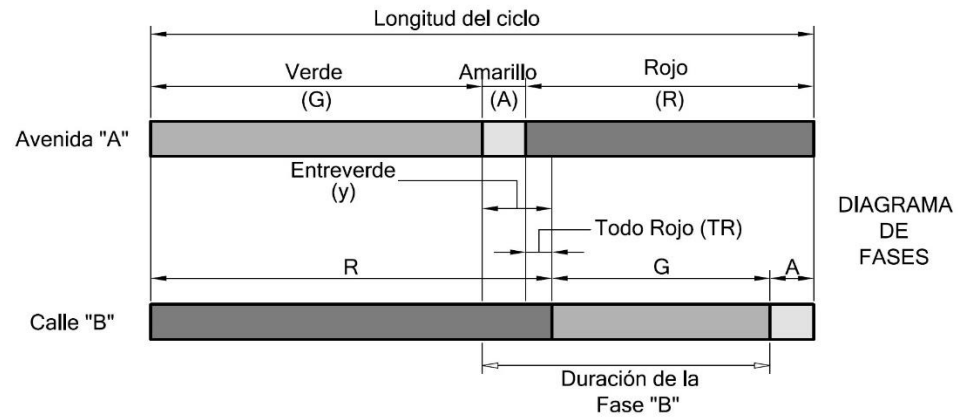


Figura 7. Diagrama de fases de semáforo para una intersección

Fuente: Cal y Mayor y Cárdenas

2.2.7. Software de análisis y procesamiento de tráfico

En este ítem se describirá los conceptos de micro modelación que se utilizarán para el estudio de resultados del proyecto y posteriormente analizar los resultados del modelo para el escenario base y el escenario con proyecto.

Hoy en día, existen diversas herramientas tecnológicas para el estudio de tráfico que podemos utilizar, los cuales varían desde simples modelos determinísticos que viene a ser el cálculo con fórmulas matemáticas hasta complejos modelos estocásticos que se realizan usando software de simulación.

Por lo tanto, los estudios que se desarrollan buscan diferentes tipos de modelos de simulación de tráfico dependiendo del nivel de complejidad y la escala de estos, se considera que los modelos de simulación de tráfico sean más cercanos a la realidad y lo más importante que sean dinámicos para su apreciación. Los tipos de modelos de simulación que se parecían en la figura principalmente representan escalas de detalle y complejidad, para lo cual describiremos lo destacable para el presente estudio según su naturaleza, detalle y aleatoriedad.

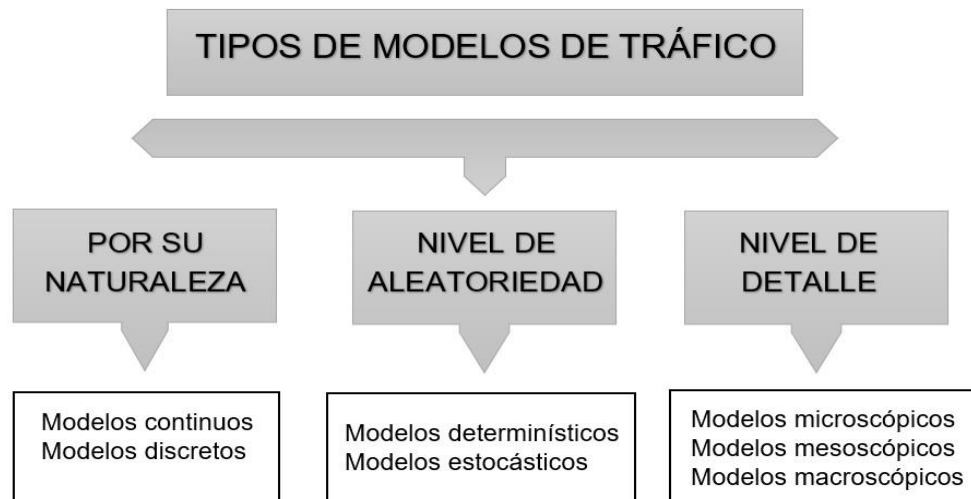


Figura 8. Tipos de modelos considerados

Fuente: HCM 2010

- *Modelos discretos*

“Se caracterizan por considerar la simulación del proyecto, una variación instantánea de los parámetros de estudio para cada intervalo de tiempo” (Pérez y Porras, 2019).

“Los modelos discretos consideran que los cambios de estado se producen en instantes discretos de tiempo” (Gómez, 2009).

- *Modelos continuos*

Son aquellos modelos que están relacionados a las tasas de variación de parámetros a lo largo del tiempo de estudio. Por ejemplo, los parámetros de la velocidad, ubicación, longitud de colas, etc. (Mamani, 2019).

- *Modelos determinísticos*

Se basan en estudios aplicando todas la formulas del manual de capacidad de carreteras para los diferentes escenarios o métodos de cálculo, ingresando los datos prevalecientes obtenidos en campo, en este modelo no necesariamente se requiere de un software de simulación porque los resultados obtenidos en las hojas de cálculo nos dan valores únicos que en ocasiones no son certeras a la realidad, pero al calcularse no existe incertidumbre por su único resultado.

- *Modelos estocásticos*

Estos modelos conllevan a utilizar las herramientas de microsimulación con software, donde se calculan los valores de demoras, colas, velocidad, etc., estos valores se hallan como si se estuvieran midiendo directamente in situ (campo). Este modelo viene a ser un método alternativo que nos indica el manual, donde nos permite obtener resultados que pueden ser de dos a más simulaciones para posteriormente calcular un valor promedio como resultado final, o también valores que se asemejen a la realidad de tráfico. Por otro lado, en este modelo existen incertidumbre como, por ejemplo: como llegan o parten los vehículos, como pasan los peatones.

El modelo estocástico se utiliza generalmente como método alternativo para estudios más complejos o donde existe condiciones que no estén dentro del manual de capacidad de carreteras.

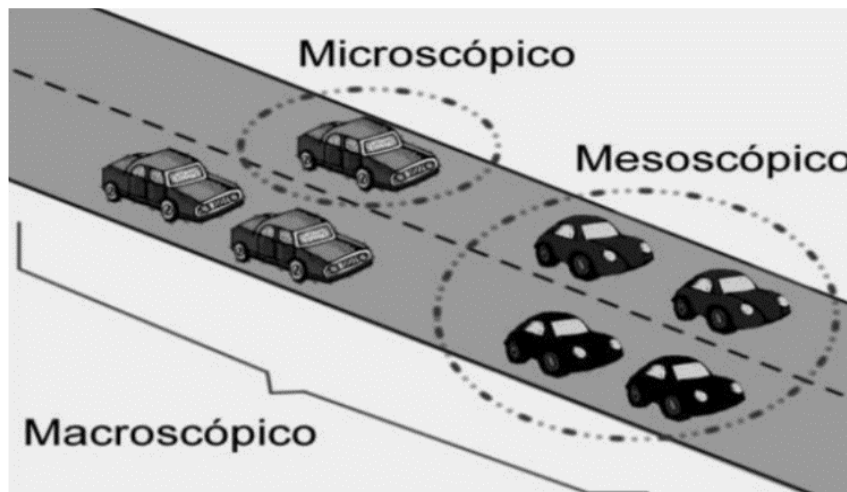


Figura 9. Principales Estrategias de Simulación del Tráfico

Fuente: (Pérez y Porras, 2019)

- *Modelos macroscópicos*

Los modelos macroscópicos representan operaciones vehiculares en términos de variables relacionadas con características de flujo continuo. Es decir, grupos de vehículos que circulan continuamente o flujos dinámicos, así mismo tienen una relación de flujo demora, este modelo permite hacer simulaciones de

gran nivel de complejidad y grandes escalas de flujos vehiculares. Así mismo realizar este tipo de simulación solo se necesita datos de aforos mecánicos (Rodrigo, 2011).

Para el diseño, análisis y modelado de flujos de tráfico, se requiere softwares de computadora de acuerdo con las diferentes características o tipos de infraestructura vial. Para EADIC (2016), menciona una variedad de herramientas de simulación como las siguientes:

- TransCAD
 - EMME
 - VISUM
 - FREDLO
 - TRANSYT
 - NETVACI
 - KRONOS
 - AUTOS
 - METANET
- *Modelos mesoscópicos*

En este caso posee características intermedias de los modelos macroscópicos y microscópicos ya que mezclan conceptos y herramientas de ambos modelos, para su estudio se toma grupos de vehículos. Así mismo, cabe señalar que para analizar parámetros de giros y tiempos de entrada y salida de vehículos se trabajaran de manera microscópica. Esta modelación analizará la calibración por medio de tres parámetros de condiciones prevalecientes como la densidad máxima, velocidad de diseño de la carretera y el tiempo de desplazamiento del usuario, por ello este modelo esta más inclinado al tráfico de buses y urbana (Castillo, 2020).

Para el diseño, análisis y modelado de flujos de tráfico, se requiere softwares de computadora de acuerdo con las diferentes características o tipos de infraestructura vial. Para EADIC (2016), menciona herramientas de simulación como las siguientes:

- DYNASMART
 - DYNAMIT
 - METROPOLIS
 - INTEGRATION
- *Modelos microscópicos*

Los modelos de microsimulación representan un nivel de escala inferior (pequeños) considerando distanciamientos y las velocidades de los vehículos individuales. De la misma manera, permite la simulación general del tráfico o segmentos de infraestructura vial (avenidas). Estos tipos de modelos requiere herramientas de simulación a detalle por las demoras en progresión que existe en la generación de vehículos y saturación de vehículos en una intersección, además del tipo de entorno social que se presenta en las vías o intersecciones (Rodrigo, 2011).

Para el diseño, análisis y modelado de flujos de tráfico, se requiere softwares de computadora de acuerdo con las diferentes características o tipos de infraestructura vial. Para EADIC (2016), menciona herramientas de simulación como las siguientes:

- TransModeler
- VISSIM
- AIMSUM
- SYNCHRO SimTraffic
- Entre otras

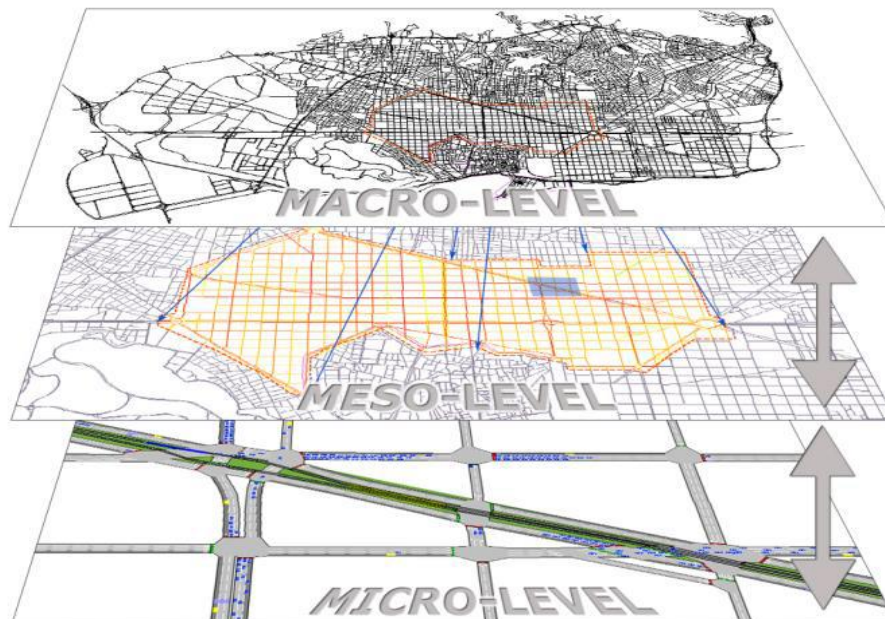


Figura 10. Niveles de modelo

Fuente: TSS-Transport Simulation Systems

- *Paquete de software Synchro y SimTraffic*

El software Synchro y SimTraffic es un paquete desarrollado por David Husch y John Albeck desde 1989. Este paquete de software se utiliza para el modelado de tráfico, así como también la visión en 3D, esta herramienta emplea la metodología de Capacidad de Autopistas (HCM) para el estudio y optimización del tráfico con el fin de determinar mejoras en la capacidad de intersecciones viales semaforizadas o no semaforizadas. Para algunos proyectos basta con la modelación en Synchro para ver los resultados de planificación y para modeladores más exigentes SimTraffic es la opción complementaria para observar un escenario de animación real y con más detalles (Husch y Albeck, 2003).

Aplicaciones de software Synchro

- Análisis de capacidad: El programa Synchro realiza el calcula usando la metodología del HCM en sus diferentes versiones para rotondas, carreteras, vías urbanas y especialmente para intersecciones con su

denominado método Utilización de la Capacidad de Intersección (ICU) (Husch y Albeck, 2003).

- Optimización y coordinación: El programa Synchro realiza la optimización de las señales que permite examinar fases de semáforo ideales para así tener más opciones de sincronización de los ciclos semaforicos (Husch y Albeck, 2003).
 - Calculo Espacio-Tiempo: Synchro siendo compatible con el HCM incluye es su análisis de cálculo el factor Espacio – Tiempo que se presentan en intersecciones y que generan colas producto de la demanda de peatones, por ello el espacio viene a ser el diseño físico de la intersección y el tiempo la disponibilidad de la señalización (Board, 2010).
- *Resultados del Software Synchro*

Synchro proporciona al usuario importantes resultados como:

Intersección LOS (Level Of Service)

Representa el nivel de servicio de un tramo o intersección, está relacionado directamente con el retardo de los controles semaforicos y la relación de volumen–capacidad, estos retardos generan malestar a los conductores y el consumo de combustible. El HCM 2010 utiliza valores de tipo A hasta el tipo F (Board, 2010).

ICU (Intersection Capacity Utilization)

Es la utilización de capacidad de una intersección, está diseñado para la planificación del tránsito con miras a futuro de los proyectos, utilizando métodos basados en volumen – capacidad, tiempos de semáforos y demoras que se representa en porcentaje (Husch y Albeck, 2003).

ICU LOS

El nivel de servicio en base a la utilización de capacidad de intersección nos brinda datos generales de cómo está operando la capacidad de una

intersección, ya que la ICU nos da buenas lecturas del análisis en tiempos de movimientos vehiculares, que nos permitirá seleccionar el nivel de servicio (Husch y Albeck, 2003).

Según Board (2010, pp. 18/5-18/6) describe los niveles de servicio para intersecciones semaforizadas de la siguiente manera:

- ✓ Nivel de servicio A. La demora de control es menor a 10 seg/veh. Así mismo, la relación V/C es menor a 1.0, esto significa que la mayor cantidad de vehículos llegan durante la luz verde y pasan sin detenerse.
- ✓ Nivel de servicio B. Para este nivel la demora de control esta entre 10 y 20 seg/veh. Así mismo, la relación V/C no es mayor a 1.0. Se empieza a detener más vehículos a comparación del nivel de servicio A.
- ✓ Nivel de servicio C. Para este nivel la demora de control esta entre 20 y 35 seg/veh. Así mismo, la relación V/C no es mayor a 1.0, por ello la cantidad de vehículos que se detienen es considerable, aunque muchos vehículos pasan directamente.
- ✓ Nivel de servicio D. Para este nivel la demora de control esta entre 35 y 55 seg/veh. Así mismo, la relación V/C aun no es mayor a 1.0, pero muchos vehículos se detienen por la duración larga de los ciclos.
- ✓ Nivel de servicio E. Para este nivel la demora de control esta entre 55 y 80 seg/veh. Así mismo, la relación V/C aun no es mayor a 1.0, también la duración de ciclos es larga y la progresión desfavorable.
- ✓ Nivel de servicio F. La demora de control es mayor a 80 seg/veh. Así mismo, la relación V/C es mayor a 1.0. En este nivel los ciclos semaforicos no logran despejar la cola de tráfico.

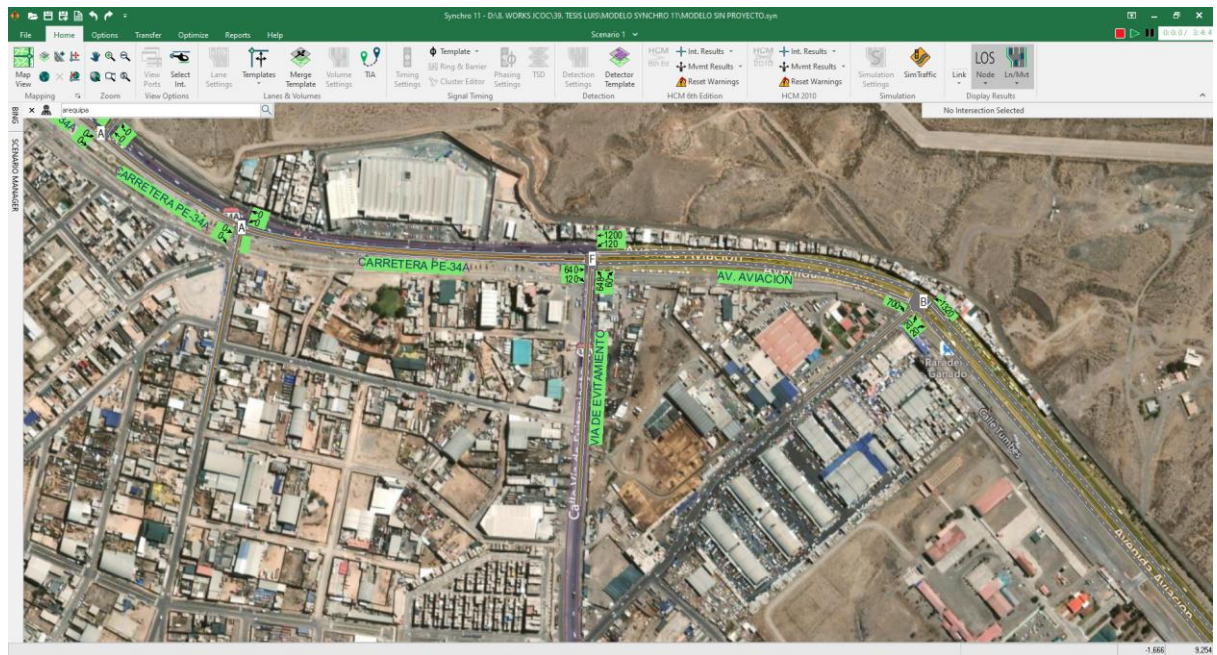


Figura 11. Interfaz del software SYNCHRO ver 11.0

Fuente: Software SYNCHRO ver 11.0

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.3.1. *Análisis de la demanda*

Para evaluar un proyecto de infraestructura se debe estudiar la demanda, esto implica el número de modos de transporte que llegaran a transitar por la carretera o vía en cuestión, para ello se requiere realizar aforos vehiculares para iniciar con el estudio e implementar propuestas de infraestructura para un futuro tráfico sostenible. Es por ello, que las carreteras o infraestructuras viales estas clasificadas por la demanda existente.

“La demanda vehicular es la cantidad de vehículos que requieren desplazarse por un determinado sistema u oferta vial” (Cal y Mayor y Cárdenas, 2017, p. 15).

2.3.2. *Análisis de la oferta*

Siempre con el enfoque de oferta vial se pretende describir la cantidad de infraestructuras viales existentes, es decir la capacidad de ofrecer las condiciones que se encuentra un servicio de carretera o su disponibilidad a los usuarios de transporte.

2.3.3. Estudio de tráfico

El estudio de tráfico representa identificar los diferentes valores básicos, ya que es de vital importancia para proponer diseños de infraestructuras viales con un análisis de nivel de servicio proyectado de manera futura.

2.3.4. Capacidad vial

Representa a la habilidad de una infraestructura vial o carretera de poder soportar flujos máximos de tráfico (Cal y Mayor y Cárdenas, 2017).

2.3.5. Densidad

Es la cantidad de vehículos que se encuentran en circulación en un segmento de carretera para un determinado periodo de tiempo (Board, 2010).

2.3.6. Tráfico vehicular

Es la circulación de grupos de vehículos que se van juntando y colapsan en un determinado segmento de vía, carretera o calle urbana.

2.3.7. Hora punta

Tiempo determinado que generalmente se observa mayor congestión vehicular en carreteras principales de una zona urbana, debido a la demanda de vehículos motorizados que se desplazan y quieren llegar a sus destinos.

2.3.8. Análisis de capacidad

Se puede presentar en diferentes infraestructuras viales que básicamente se obtiene una efectividad en la oferta vial mediante el cálculo matemático, para luego presentar un modelo de servicio ideal para los usuarios, para este cálculo influyen varios elementos que se puede obtener en campo, así mismo existen diferentes herramientas para dicho análisis uno de ellos es el software Synchro (Board, 2010).

2.3.9. Optimización y coordinación

Se le denomina así con la finalidad de obtener buenos resultados de sincronización de los equipos semafóricos, que permitirá a los usuarios la circulación

fluida en las diferentes infraestructuras viales. Estos resultados reducen el tiempo de las fases y por ende el tiempo de los ciclos semafóricos dependiendo de un estudio de aforo vehicular, reduciendo así demoras y garantizando la circulación vehicular de manera sincronizada, coordinada y fluida (Board, 2010).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Método de investigación

Para el presente trabajo de tesis “Análisis y optimización de la red vial nacional y urbana para reducir la congestión vehicular en la carretera PE-34A, en los distritos de Yura y Cerro Colorado, Arequipa 2021”, se vio inclinado al método científico, es por ello que para su desarrollo se basó en normas, procedimientos secuenciales y técnicas para llevarse a cabo; en estos procedimientos se dio resalte al método cuantitativo que fundamenta la observación y medición de características pertinentes a nuestra problemática. Por otro lado, cabe señalar que una vez definido el método y los procedimientos de investigación, se implementó propuestas de carriles exclusivos para mejorar el flujo vehicular, como también en sus intersecciones críticas integrando carriles de giros exclusivos para condiciones actuales y futuras proyectado de hasta 10 años.

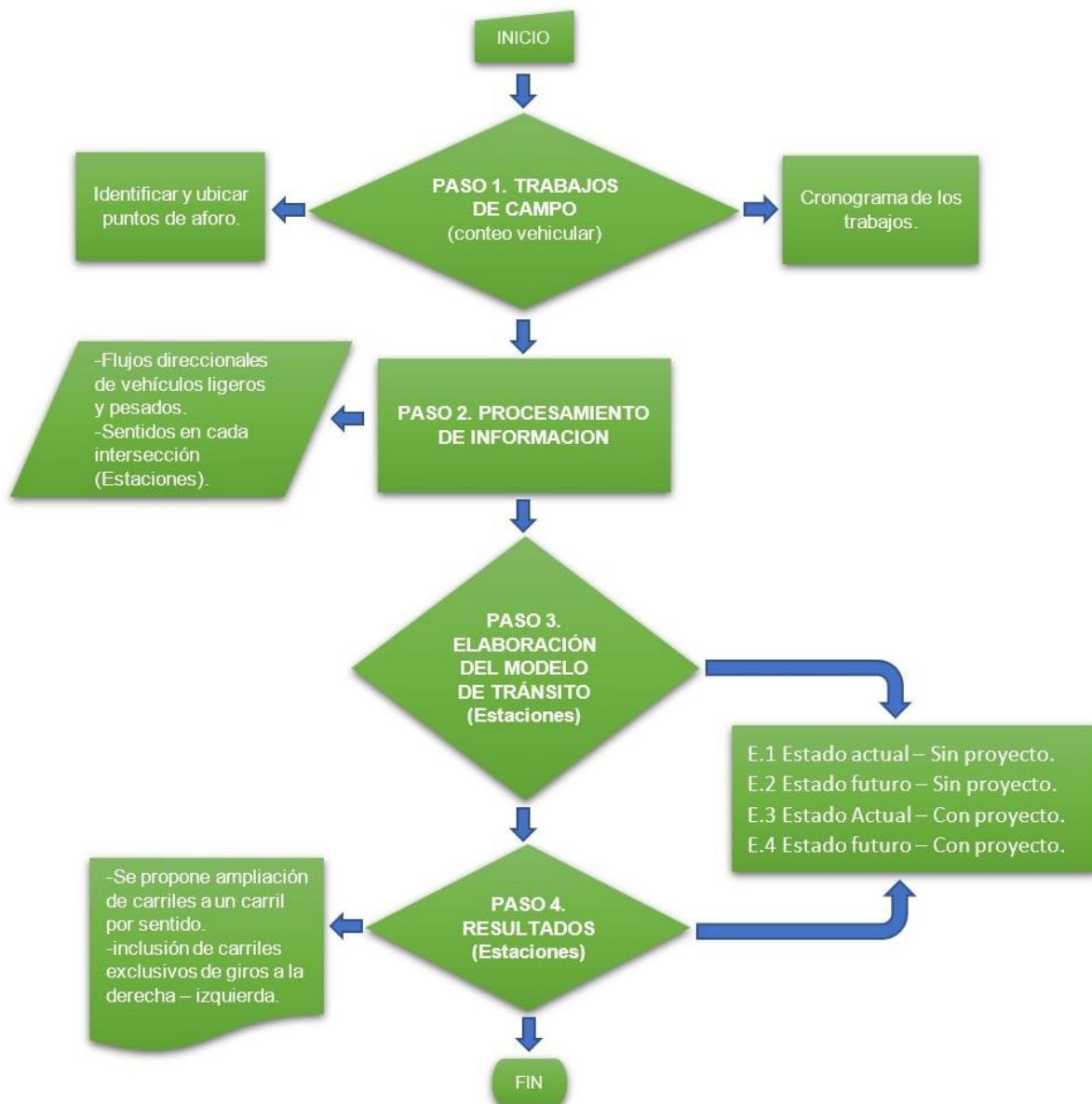


Figura 12. Procedimiento de metodología empleada

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Alcance de la investigación

Según su alcance en la presente investigación se definirá propuestas de optimización, alternativas y características de la red vial existente. Es por lo que estas características conllevan a la evaluación de nuestra problemática, en base a esta estructura la investigación se inclina a nivel o alcance descriptivo.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En este trabajo de tesis se utilizará el diseño experimental. Para Bernal (2010), son diseños con procedimientos que se puede controlar y manipular la variable independiente, de esta manera los valores se verán reflejados en la variable dependiente.

La investigación trata de reducir la congestión del tráfico mediante la modelación con lineamientos que menciona el manual de carreteras y hallar los niveles de servicio. Por otra parte, la variable independiente es la congestión que será controlada por alternativas de solución como resultado en los valores del nivel de servicio, y la variable dependiente es el análisis y optimización.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población

En la presente la población se ha definido a la red vial de los distritos de Yura y Cerro Colorado. La región de Arequipa experimenta en su sistema de transporte un crecimiento en la cantidad de vehículos livianos y vehículos de carga, así mismo dentro de dichos distritos se encuentra el ingreso a la ciudad de Arequipa.

3.3.2. Muestra

Con respecto a la muestra se ha definido a la carretera PE-34A y sus intersecciones que comprende desde la Av. Las Torres hasta la Vía de Evitamiento.

3.4. TÉCNICA E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas de recolección de datos fueron las siguientes:

- Identificación de la red nacional (PE-34A) y urbana para la recolección de la data.
- Ubicación de los puntos de aforos.
- Realizar una programación o cronograma para definir los días de trabajo en campo.
- Revisión y análisis de la bibliografía y documentación técnica, existente.

- Aplicación de un aforo vehicular, para conocer el comportamiento del parque vehicular existente en el tramo de estudio.

Los instrumentos utilizados para la investigación son:

- Encuestas sobre la congestión vehicular.
- Encuestas de aforo vehicular.
- Formatos de conteo vehicular.

3.4.1. Trabajos de campo

3.4.1.1. Identificación de puntos de aforo.

Con fecha 07 y 08 de junio de 2021 se realiza una visita a la zona de estudio, antes de iniciar los trabajos en campo con la finalidad de ubicar de forma definitiva los puntos de aforo considerados en gabinete.

Se tiene programado para iniciar con los trabajos de campo la última semana de junio. Así mismo se tomaron las siguientes consideraciones para la ubicación de estos:

- Los tramos o intersecciones escogidas presentan la mayor cantidad de flujo o tráfico existente.
- Se tomó en consideración la geometría de la vía.

3.4.1.2. Ubicación de puntos de aforo.

La carretera PE-34A del presente estudio comprende los distritos de Yura y Cerro Colorado desde la interacción con la avenida Las Torres hasta la intersección con la avenida o Vía de Evitamiento. En tal sentido, se inició la ubicación de los puntos de aforo el cual denominaremos estaciones, como se configura de la siguiente manera:

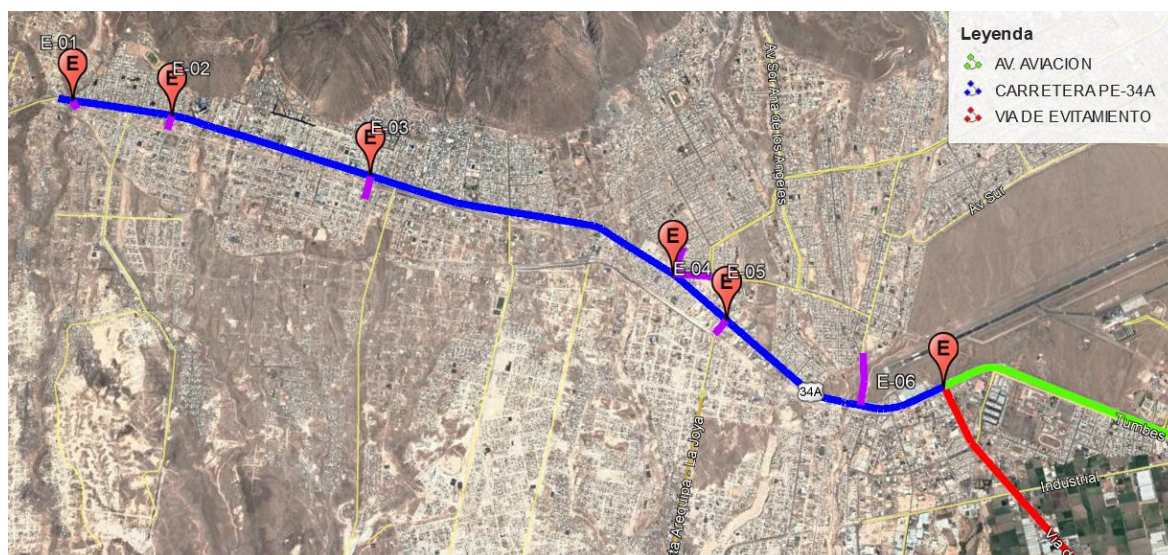


Figura 13. Ubicación de puntos de aforo vehicular

Fuente: Elaboración propia - Google Earth Pro

Tabla 4

Ubicación de puntos de aforo vehicular

N.º	Código	Ubicación
1	E-01	Carretera PE-34A - Av. Las Torres
2	E-02	Carretera PE-34A – Cal. Municipal
3	E-03	Carretera PE-34A - Cal. 12
4	E-04	Carretera PE-34A - Av. 54
5	E-05	Carretera PE-34A – Carretera AR - 123
6	E-06	Carretera PE-34A – Vía de Evitamiento

Fuente: Elaboración propia

3.4.1.3. Cronograma de los trabajos de campo.

Con fecha martes 29 de junio, jueves 08 y sábado 17 julio del 2021 se realizaron las actividades de campo, el aforo se realizó en horas punta de la mañana y tarde considerando el aforo en las 6 estaciones antes detalladas.

3.4.2. *Procesamiento de la información*

Una vez culminado los trabajos de campo que consistió en conocer los flujos direccionales de los vehículos ligeros y pesados durante las horas punta de la mañana y tarde, se determinó los sentidos a través de un flujograma para cada estación aforada.

Los flujos calculados fueron clasificados según tipos de vehículos y según tipo de transportes, además se realizó la conversión a Unidades Coche Patrón (UCP), los cuales fueron ingresados al software Synchro ver. 11.

Tabla 5

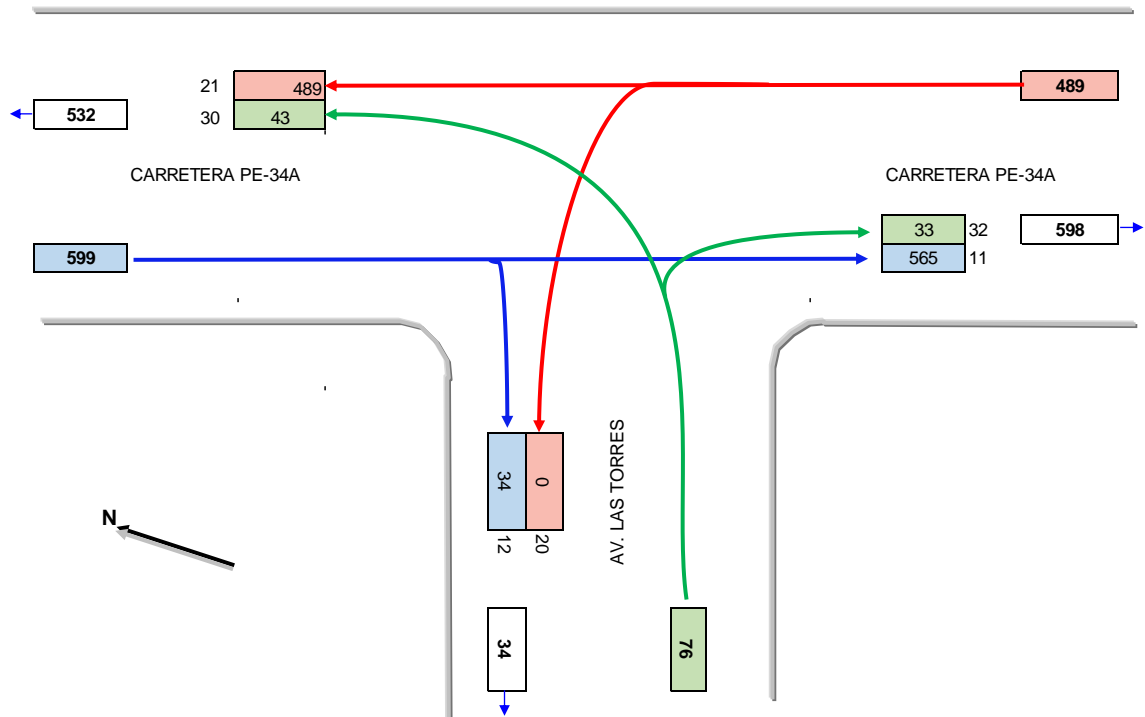
Factores de conversión (UCP)

TIPO DE VEHICULO	UCP
AUTOS	1
TAXIS	1
CAMIONETA	1
COMBI	1.25
MICROS	2
BUS	3
CAMION	2.5
SEMI TRAYLER	3.5

Fuente: SNIP

A continuación, se detallarán las 06 estaciones donde se determinó los flujos direccionales y los flujos según el tipo de vehículo y según el tipo de transporte:

Estación de aforo E-01



TIPOS DE VEHICULO	10	11	12	20	21	22	30	31	32	Total
AUTO	0.0	120.0	4.0	0.0	120.0	0.0	8.0	0.0	8.0	260.0
TAXI	0.0	84.0	4.0	0.0	84.0	0.0	12.0	0.0	4.0	188.0
CAMIONETA	0.0	64.0	4.0	0.0	100.0	0.0	8.0	0.0	4.0	180.0
COMBI	0.0	36.0	8.0	0.0	12.0	0.0	12.0	0.0	4.0	72.0
MICRO	0.0	20.0	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.0
BUS	0.0	12.0	4.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	4.0	24.0
CAMION	0.0	20.0	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.0
SEMI TRAYLER	0.0	36.0	0.0	0.0	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	60.0
TOTAL	0	392	24	0	376	0	40	0	24	856
UCP	0	565	34	0	489	0	43	0	33	1164

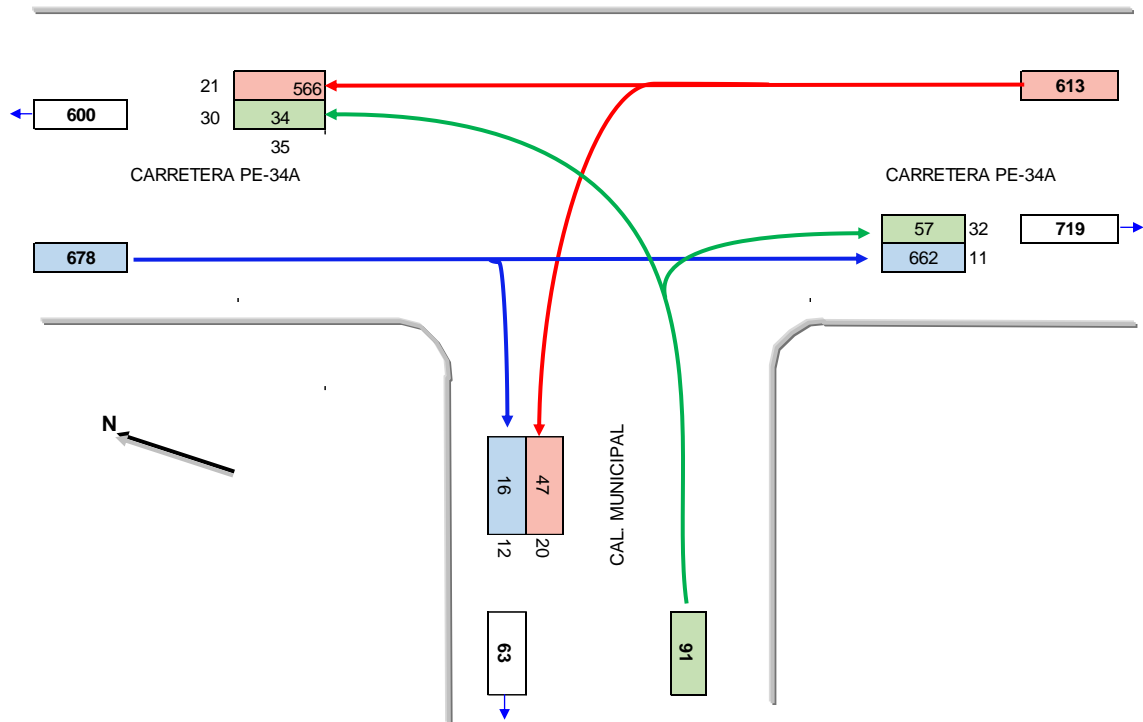
TIPO DE TRANSPORTE	10	11	12	20	21	22	30	31	32	Total	%
Transporte Privado	0	184	8.00	0.00	220.00	0.00	16	0	12	440	51.4%
Transporte Publico	0	56	8.00	0.00	24.00	0.00	12	0	4	104	12.1%
Transporte de Carga Pesada	0	56	0.00	0.00	44.00	0.00	0	0	0	100	11.7%
Transporte Interprovincial	0	12	4.00	0.00	4.00	0.00	0	0	4	24	2.8%
Otros (Taxis)	0	84	4.00	0.00	84.00	0.00	12	0	4	188	22.0%
TOTAL	0	392	24	0	376	0	40	0	24	856	100.0%
%	0%	46%	3%	0%	44%	0%	5%	0%	3%		

Figura 14. Flujograma de hora punta en máxima demanda E-01 (PM)

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, los datos que se observa son el transporte privado alcanza los 51.40 % y 22 % el de taxis, el transporte público abarca un 12.1 %, el tráfico de carga pesada asciende a 11.70 % y 2.80 % el interprovincial.

Estación de aforo E-02



TIPOS DE VEHICULO	10	11	12	20	21	22	30	31	32	Total
AUTO	0.0	140.0	4.0	16.0	116.0	0.0	8.0	0.0	16.0	300.0
TAXI	0.0	64.0	4.0	4.0	152.0	0.0	4.0	0.0	8.0	236.0
CAMIONETA	0.0	92.0	0.0	12.0	128.0	0.0	4.0	0.0	8.0	244.0
COMBI	4.0	48.0	0.0	4.0	16.0	0.0	8.0	0.0	4.0	80.0
MICRO	0.0	56.0	4.0	0.0	24.0	0.0	4.0	0.0	0.0	88.0
BUS	0.0	32.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.0
CAMION	0.0	28.0	0.0	4.0	24.0	0.0	0.0	0.0	8.0	64.0
SEMI TRAYLER	0.0	8.0	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0
TOTAL	4	468	12	40	472	0	28	0	44	1064
UCP	5	662	16	47	566	0	34	0	57	1382

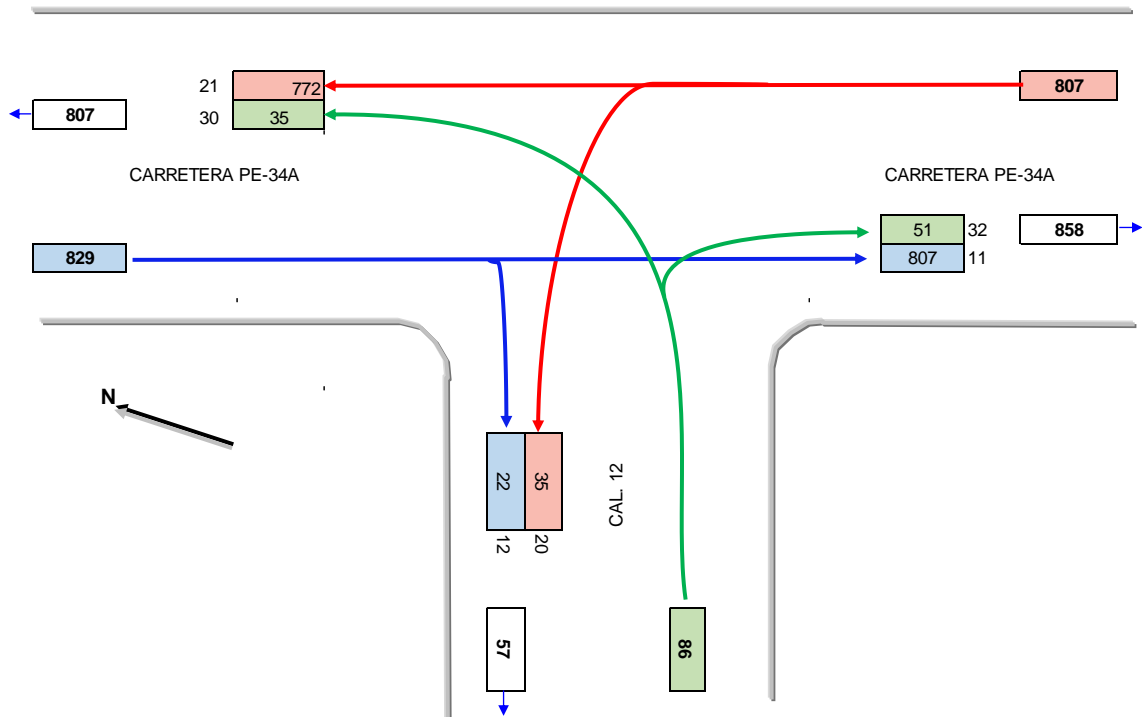
TIPO DE TRANSPORTE	10	11	12	20	21	22	30	31	32	Total	%
Transporte Privado	0	232	4.00	28.00	244.00	0.00	12	0	24	544	51.1%
Transporte Publico	0	104	4.00	4.00	40.00	0.00	12	0	4	168	15.8%
Transporte de Carga Pesada	0	36	0.00	4.00	36.00	0.00	0	0	8	84	7.9%
Transporte Interprovincial	0	32	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	32	3.0%
Otros (Taxis)	0	64	4.00	4.00	152.00	0.00	4	0	8	236	22.2%
TOTAL	0	468	12	40	472	0	28	0	44	1064	100.0%
%	0%	44%	1%	4%	44%	0%	3%	0%	4%		

Figura 15. Flujograma de hora punta en máxima demanda E-02 (PM)

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, los datos que se observa son el transporte privado alcanza los 51.10 % y 22.2 % el de taxis, el transporte público abarca un 15.8 %, el tráfico de carga pesada asciende a 7.90 % y 3.0 % el interprovincial.

Estación de aforo E-03



TIPOS DE VEHICULO	10	11	12	20	21	22	30	31	32	Total
AUTO	0.0	144.0	4.0	4.0	156.0	0.0	4.0	0.0	8.0	320.0
TAXI	0.0	116.0	4.0	4.0	180.0	0.0	4.0	0.0	8.0	316.0
CAMONETA	0.0	128.0	4.0	4.0	148.0	0.0	4.0	0.0	12.0	300.0
COMBI	0.0	44.0	0.0	4.0	32.0	0.0	4.0	0.0	4.0	88.0
MICRO	0.0	24.0	0.0	4.0	40.0	0.0	4.0	0.0	4.0	76.0
BUS	0.0	12.0	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.0
CAMION	0.0	56.0	4.0	4.0	36.0	0.0	4.0	0.0	4.0	108.0
SEMI TRAYLER	0.0	40.0	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	52.0
TOTAL	0	564	16	24	616	0	24	0	40	1284
UCP	0	807	22	35	772	0	35	0	51	1722

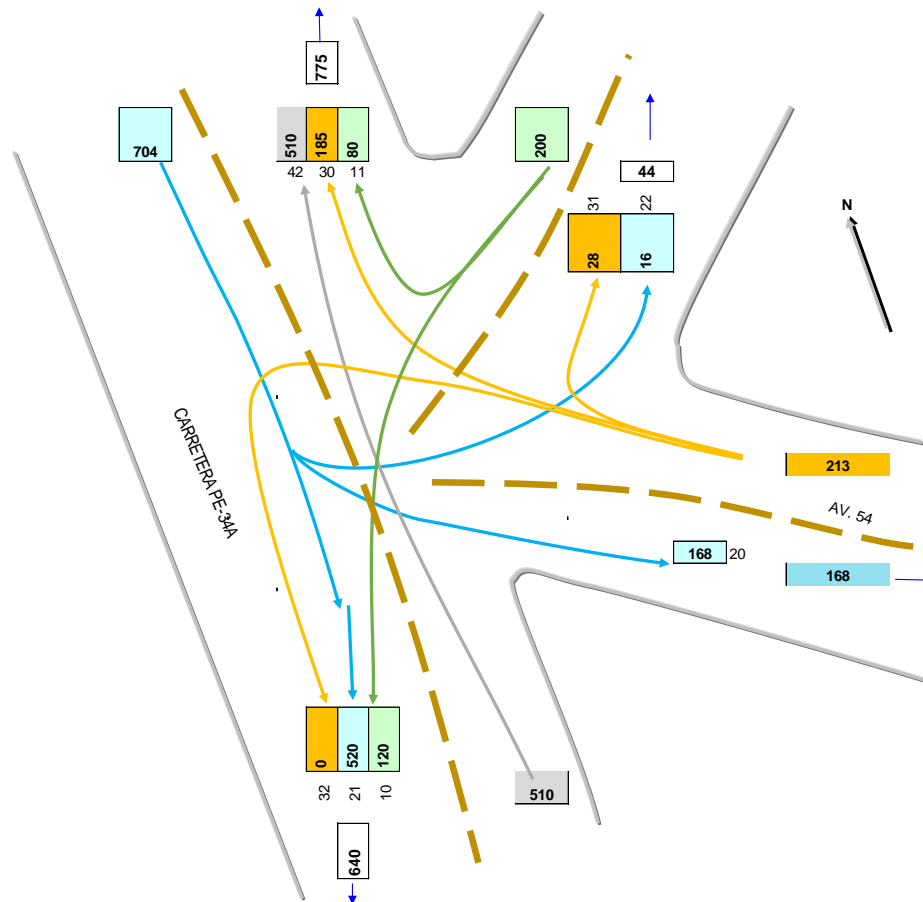
TIPO DE TRANSPORTE	10	11	12	20	21	22	30	31	32	Total	%
Transporte Privado	0	272	8.00	8.00	304.00	0.00	8	0	20	620	48.3%
Transporte Publico	0	68	0.00	8.00	72.00	0.00	8	0	8	164	12.8%
Transporte de Carga Pesada	0	96	4.00	4.00	48.00	0.00	4	0	4	160	12.5%
Transporte Interprovincial	0	12	0.00	0.00	12.00	0.00	0	0	0	24	1.9%
Otros (Taxis)	0	116	4.00	4.00	180.00	0.00	4	0	8	316	24.6%
TOTAL	0	564	16	24	616	0	24	0	40	1284	100.0%
%	0%	44%	1%	2%	48%	0%	2%	0%	3%		

Figura 16. Flujograma de hora punta en máxima demanda E-03 (PM)

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, los datos que se observa son el transporte privado alcanza los 48.3 % y 24.6 % el de taxis, el transporte público abarca un 12.8 %, el tráfico de carga pesada asciende a 12.5 % y 1.9 % el interprovincial.

Estación de aforo E-04



TIPOS DE VEHICULO	10	11	22	20	21	32	30	31	42	Total
AUTO	36	12	4	32	76	0	44	4	100	308
TAXI	28	16	4	20	56	0	28	4	76	232
CAMIONETA	16	12	8	24	48	0	36	4	88	236
COMBI	8	16	0	8	40	0	4	0	32	108
MICRO	0	0	0	16	56	0	16	8	44	140
BUS	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8
CAMION	12	8	0	20	28	0	16	0	36	120
SEMI TRAYLER	0	0	0	0	24	0	0	0	8	32
TOTAL	100	64	16	120	336	0	144	20	384	1184
UCP	120	80	16	168	520	0	185	28	510	1627

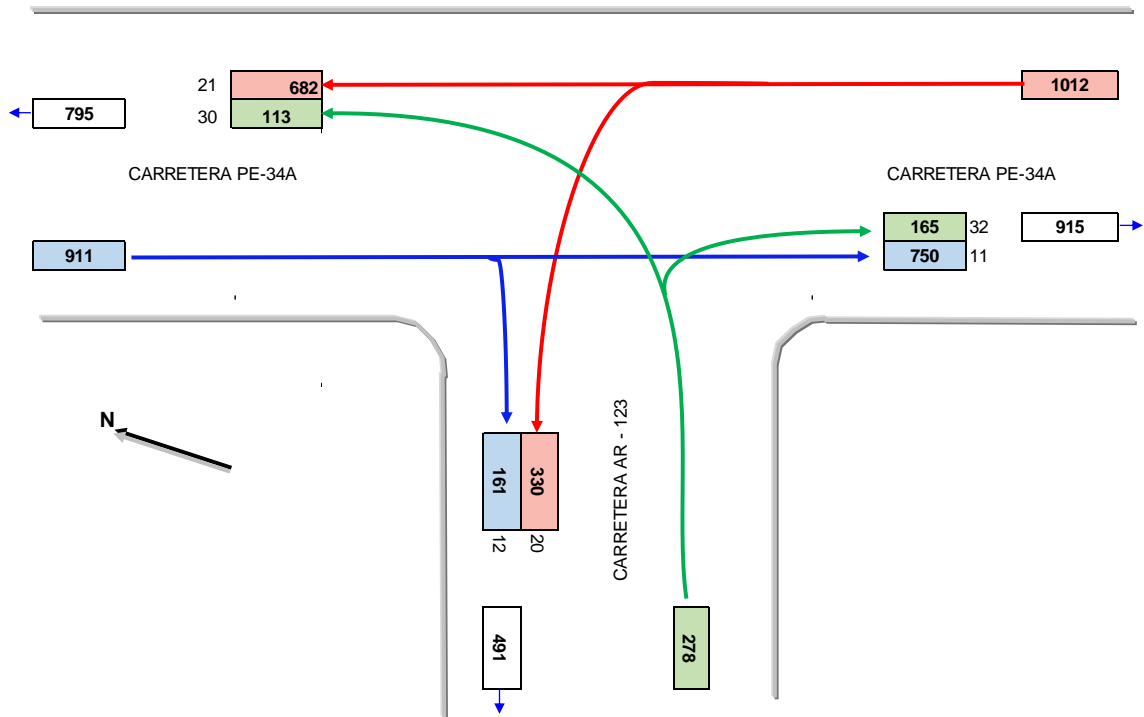
TIPOS DE TRANSPORTE	10	11	22	20	21	32	30	31	42	Total	%
Transporte Privado	52	24	12	56	124	0	80	8	188	544	45.9%
Transporte Publico	8	16	0	24	96	0	20	8	76	248	20.9%
Transporte de Carga Pesada	12	8	0	20	52	0	16	0	44	152	12.8%
Transporte Interprovincial	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8	0.7%
Otros (Taxis)	28	16	4	20	56	0	28	4	76	232	19.6%
TOTAL	100	64	16	120	336	0	144	20	384	1184	100.0%
%	8%	5%	1%	10%	28%	0%	12%	2%	32%		

Figura 17. Flujograma de hora punta en máxima demanda E-04 (PM)

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, los datos que se observa son el transporte privado alcanza los 45.9 % y 20.9 % el de taxis, el transporte público abarca un 12.8 %, el tráfico de carga pesada asciende a 12.8 % y 0.7 % el interprovincial.

Estación de aforo E-05



TIPOS DE VEHICULO	10	11	12	20	21	22	30	31	32	Total
AUTO	0.0	80.0	36.0	52.0	128.0	0.0	24.0	0.0	32.0	352.0
TAXI	0.0	44.0	20.0	44.0	92.0	0.0	20.0	0.0	32.0	252.0
CAMIONETA	0.0	68.0	20.0	48.0	112.0	0.0	28.0	0.0	48.0	324.0
COMBI	0.0	48.0	4.0	16.0	24.0	0.0	4.0	0.0	20.0	116.0
MICRO	0.0	56.0	12.0	20.0	32.0	0.0	8.0	0.0	4.0	132.0
BUS	0.0	32.0	4.0	8.0	32.0	0.0	0.0	0.0	0.0	76.0
CAMION	0.0	60.0	12.0	24.0	36.0	0.0	8.0	0.0	8.0	148.0
SEMI TRAYLER	0.0	40.0	4.0	12.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	76.0
TOTAL	0	428	112	224	476	0	92	0	144	1476
UCP	0	750	161	330	682	0	113	0	165	2201

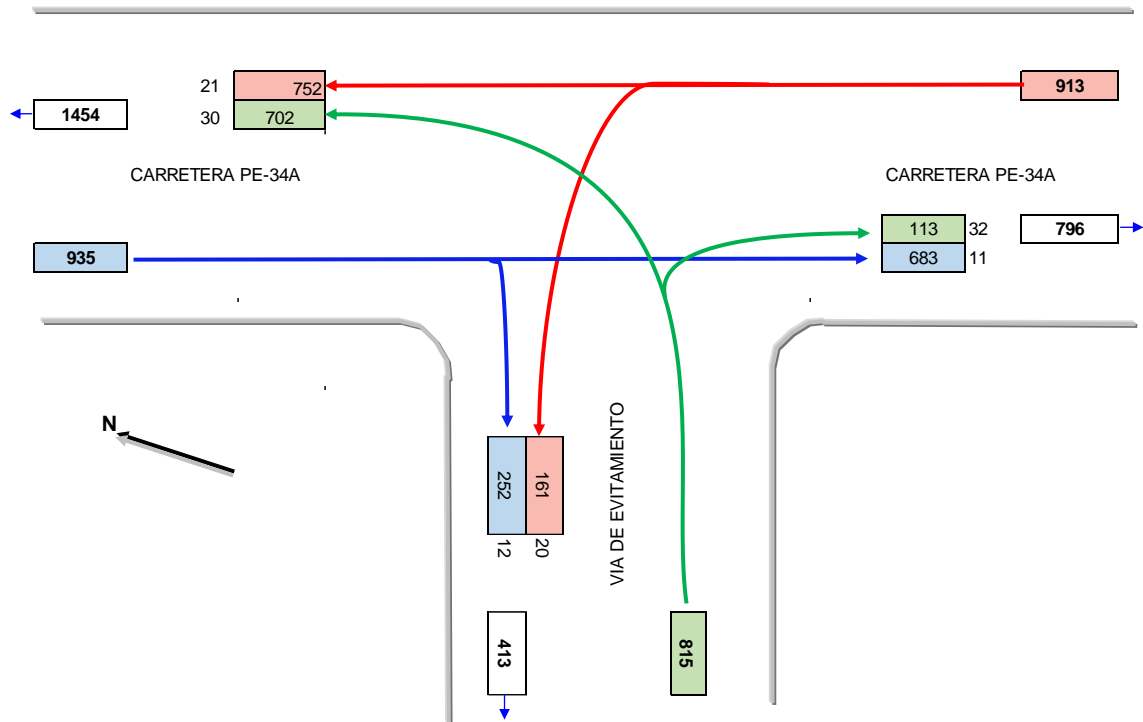
TIPO DE TRANSPORTE	10	11	12	20	21	22	30	31	32	Total	%
Transporte Privado	0	148	56.00	100.00	240.00	0.00	52	0	80	676	45.8%
Transporte Publico	0	104	16.00	36.00	56.00	0.00	12	0	24	248	16.8%
Transporte de Carga Pesada	0	100	16.00	36.00	56.00	0.00	8	0	8	224	15.2%
Transporte Interprovincial	0	32	4.00	8.00	32.00	0.00	0	0	0	76	5.1%
Otros (Taxis)	0	44	20.00	44.00	92.00	0.00	20	0	32	252	17.1%
TOTAL	0	428	112	224	476	0	92	0	144	1476	100.0%
%	0%	29%	8%	15%	32%	0%	6%	0%	10%		

Figura 18. Flujograma de hora punta en máxima demanda E-05 (PM)

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, los datos que se observa son el transporte privado alcanza los 45.8 % y 17.10 % el de taxis, el transporte público abarca un 16.8 %, el tráfico de carga pesada asciende a 15.20 % y 5.10 % el interprovincial.

Estación de aforo E-06



TIPOS DE VEHICULO	10	11	12	20	21	22	30	31	32	Total
AUTO	0.0	152.0	32.0	16.0	96.0	0.0	124.0	0.0	48.0	468.0
TAXI	0.0	204.0	60.0	40.0	180.0	0.0	168.0	0.0	36.0	688.0
CAMIONETA	0.0	44.0	8.0	8.0	108.0	0.0	128.0	0.0	4.0	300.0
COMBI	0.0	60.0	0.0	12.0	80.0	0.0	64.0	0.0	4.0	220.0
MICRO	0.0	60.0	0.0	4.0	60.0	0.0	48.0	0.0	4.0	176.0
BUS	0.0	16.0	12.0	4.0	28.0	0.0	16.0	0.0	4.0	80.0
CAMION	0.0	16.0	24.0	8.0	20.0	0.0	12.0	0.0	0.0	80.0
SEMI TRAYLER	0.0	0.0	16.0	12.0	4.0	0.0	8.0	0.0	0.0	40.0
TOTAL	0	552	152	104	576	0	568	0	100	2052
UCP	0	683	252	161	752	0	702	0	113	2663

TIPO DE TRANSPORTE	10	11	12	20	21	22	30	31	32	Total	%
Transporte Privado	0	196	40.00	24.00	204.00	0.00	252	0	52	768	37.4%
Transporte Publico	0	120	0.00	16.00	140.00	0.00	112	0	8	396	19.3%
Transporte de Carga Pesada	0	16	40.00	20.00	24.00	0.00	20	0	0	120	5.8%
Transporte Interprovincial	0	16	12.00	4.00	28.00	0.00	16	0	4	80	3.9%
Otros (Taxis)	0	204	60.00	40.00	180.00	0.00	168	0	36	688	33.5%
TOTAL	0	552	152	104	576	0	568	0	100	2052	100.0%
%	0%	27%	7%	5%	28%	0%	28%	0%	5%		

Figura 19. Flujograma de hora punta en máxima demanda E-06 (PM)

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, los datos que se observa son el transporte privado alcanza los 37.40 % y 33.50 % el de taxis, el transporte público abarca un 19.30 %, el tráfico de carga pesada asciende a 5.80 % y 3.90 % el interprovincial.

3.4.3. Elaboración del Modelo de tránsito

Escenario 01: Estado actual - sin proyecto (Año 0)

Se ha elaborado el modelo de tránsito para las Intersecciones descritas, considerando los resultados obtenidos de los aforos respectivos convertidos en UCP (Unidades Coche Patrón). De este modo, se presenta la modelación de tránsito y los resultados obtenidos por cada intersección en el estado actual a lo largo de la carretera PE-34A:



Figura 20. Modelo de tráfico, con flujos actuales sin proyecto (E-01)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

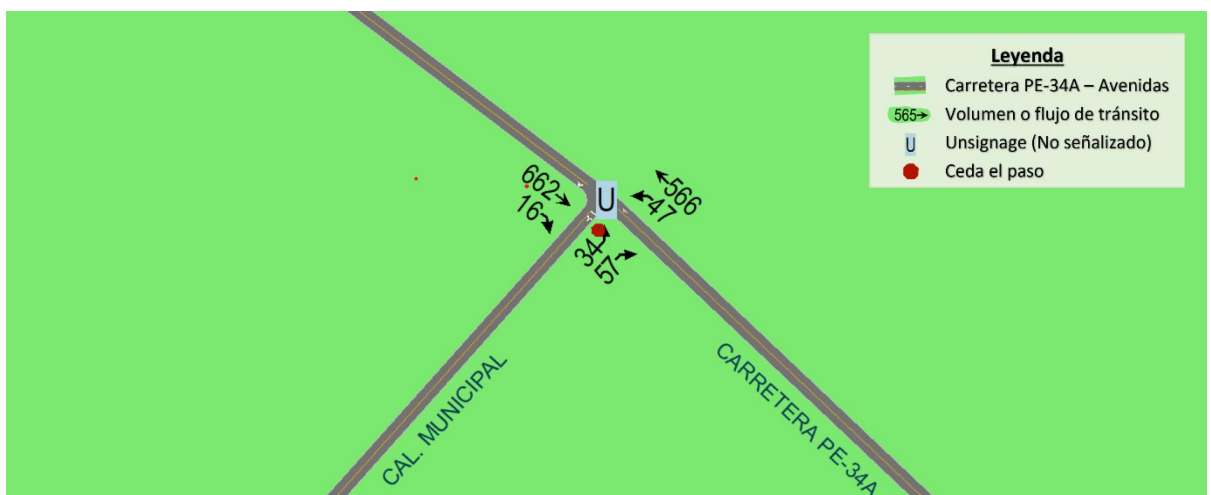


Figura 21. Modelo de tráfico, con flujos actuales sin proyecto (E-02)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

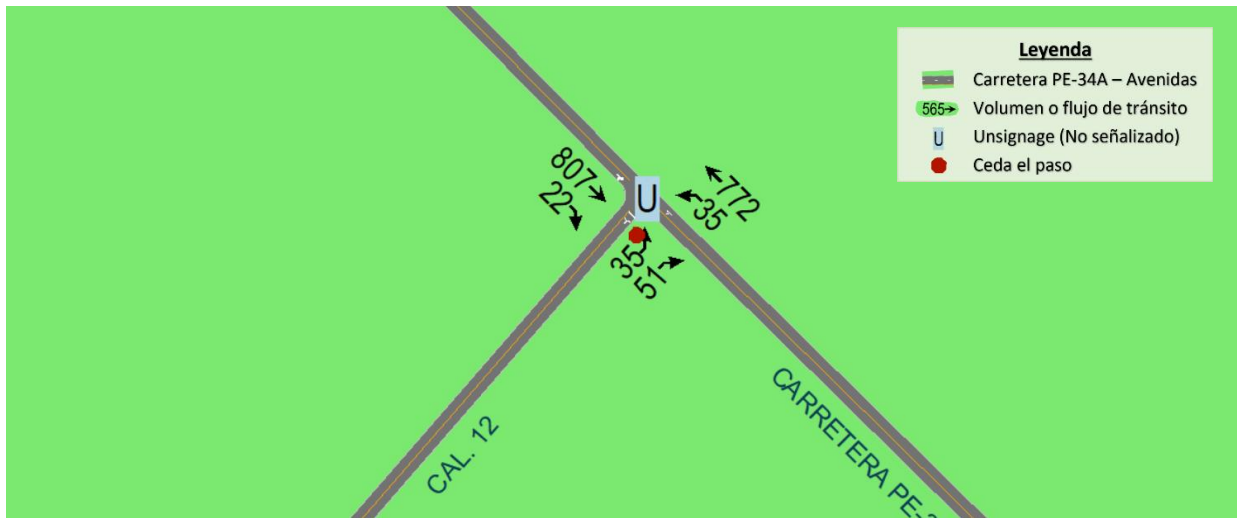


Figura 22. Modelo de tráfico, con flujos actuales sin proyecto (E-03)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11



Figura 23. Modelo de tráfico, con flujos actuales sin proyecto (E-04)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

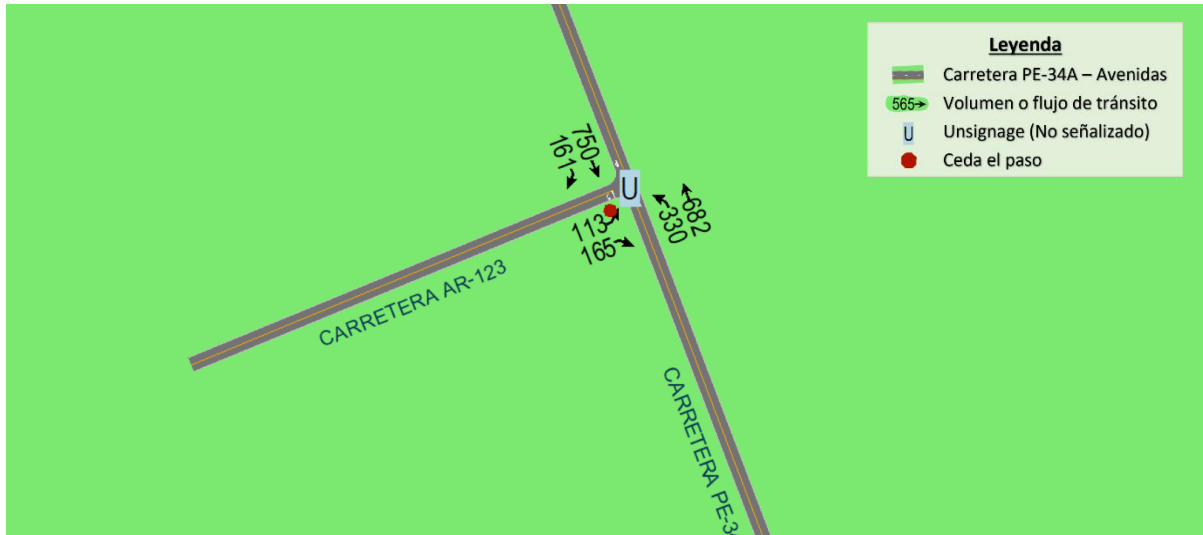


Figura 24. Modelo de tráfico, con flujos actuales sin proyecto (E-05)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11



Figura 25. Modelo de tráfico, con flujos actuales sin proyecto (E-06)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

Escenario 02: Estado futuro - sin proyecto (Año 10)

Para el presente estado el flujo de tránsito proyectaremos los aforos vehiculares previos para realizar la modelación en el Escenario 02. Según el Ministerio

de Transportes y Comunicaciones, presenta valores mediante en una ficha técnica estándar las tasas de crecimiento de vehículos para cada región, de donde se consideró la tasa de crecimiento para la región de Arequipa, siendo de 1.07 % para vehículos ligeros y 3.37 % para vehículos pesados, por lo cual considerando que el tráfico pesado alcanza un 10 % en promedio, se utilizara una tasa de crecimiento $r=1.30$ %. Entonces, para determinar el factor de crecimiento (GF) con proyección a futuro en base a la tasa de crecimiento, y considerado para años futuros utilice la siguiente fórmula.

$$GF = (1+r)^Y$$

r = tasa de crecimiento = 1.30 %

Y = número de años = 10 años

Por lo tanto, **GF= 1.140**

Se presenta a continuación los parámetros para las intersecciones (06 Estaciones) que existirá a 10 años en la carretera PE-34A:



Figura 26. Modelo de tráfico, con flujos futuros a 10 años - Sin Proyecto (E-01)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11



Figura 27. Modelo de tráfico, con flujos futuros a 10 años - Sin Proyecto (E-02)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11



Figura 28. Modelo de tráfico, con flujos futuros a 10 años - Sin Proyecto (E-03)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11



Figura 29. Modelo de tráfico, con flujos futuros a 10 años - Sin Proyecto (E-04)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

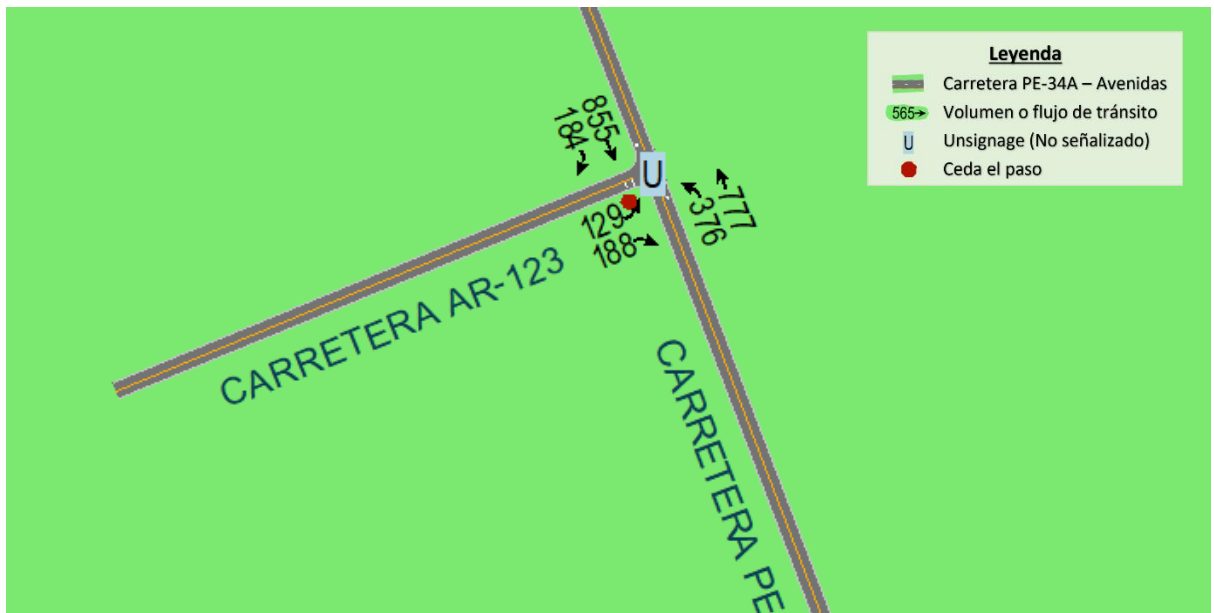


Figura 30. Modelo de tráfico, con flujos futuros a 10 años - Sin Proyecto (E-05)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11



Figura 31. Modelo de tráfico, con flujos futuros a 10 años - Sin Proyecto (E-06)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

Escenario 03: Estado actual - con proyecto (Año 0)

Como se observó durante la etapa de campo, la vía PE-34A, presenta grandes volúmenes de tráfico, por lo cual la carretera en horas punta se encuentra colapsada en sus niveles de servicio, llegando a tener LOS de E a F.

En merito la presente investigación de tesis tiene como objetivo mejorar y optimizar los niveles de servicio en horas punta a fin de mejorar la transitabilidad en la carretera PE-34A, por lo cual se propone el incremento de carriles en la carretera PE-34A y el tratamiento geométrico de las intersecciones críticas, así como también la optimización de los ciclos semafóricos para horas punta.

A continuación, se detallan las 06 estaciones donde se muestra los parámetros o flujos vehiculares, considerando las propuestas de mejora en la carretera PE-34A y el tratamiento de las intersecciones (E-04 y E-06), quiere decir con proyecto para un estado actual en el año cero:



Figura 32. Modelo de tráfico, con flujos actuales con proyecto (E-01)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11



Figura 33. Modelo de tráfico, con flujos actuales con proyecto (E-02)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

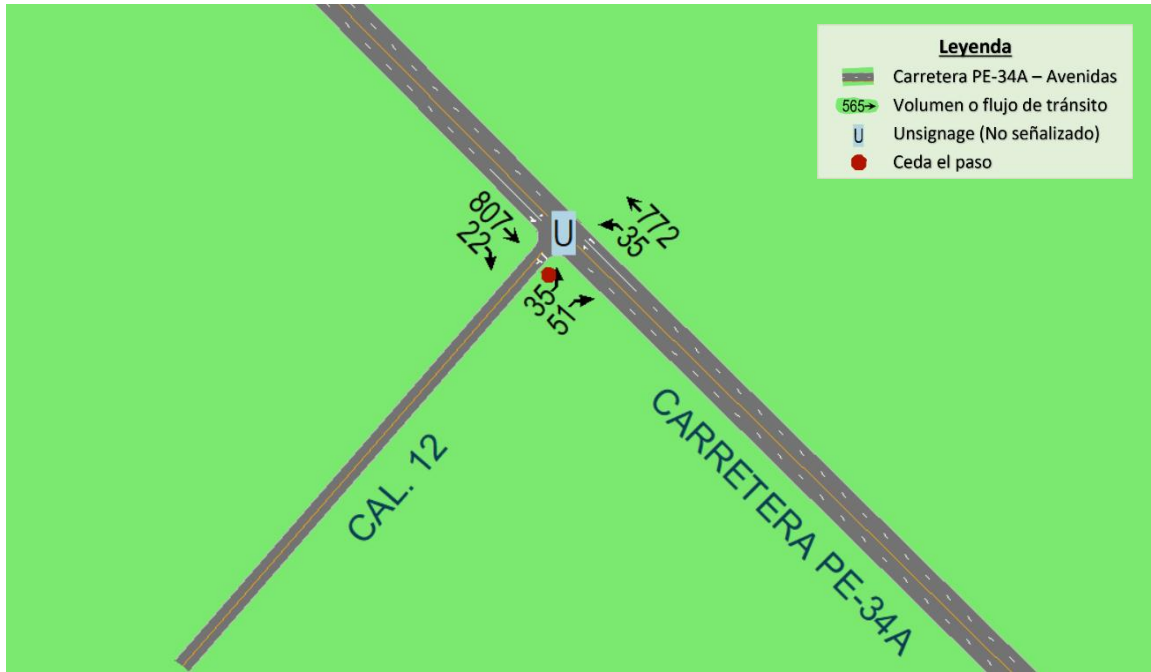


Figura 34. Modelo de tráfico, con flujos actuales con proyecto (E-03)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11



Figura 35. Modelo de tráfico, con flujos actuales con proyecto (E-04)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11



Figura 36. Modelo de tráfico, con flujos actuales con proyecto (E-05)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

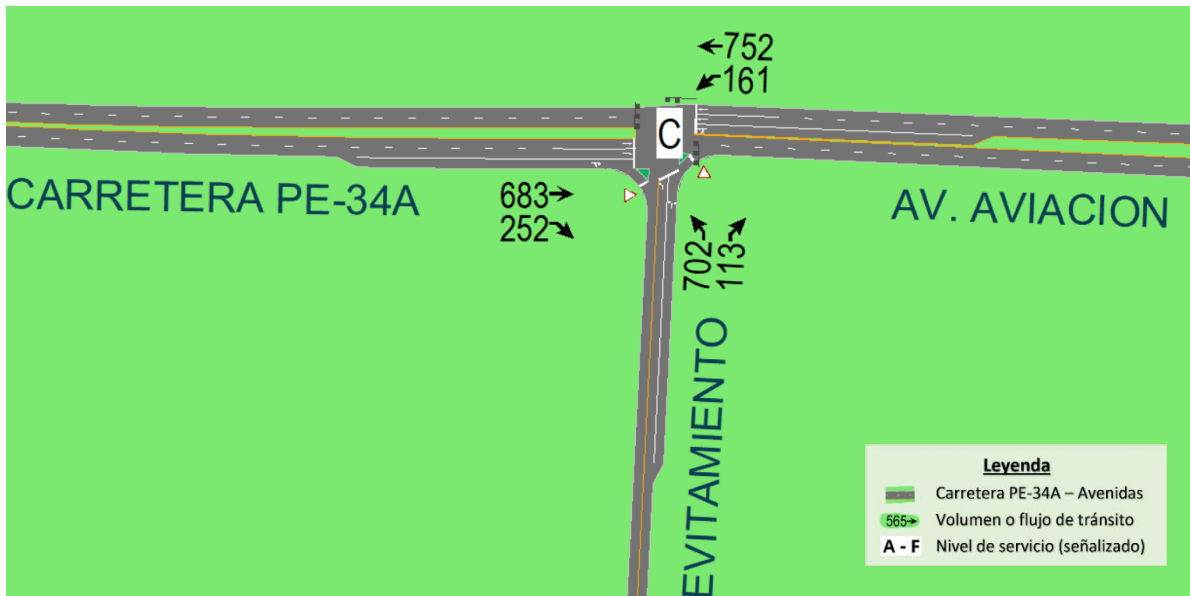


Figura 37. Modelo de tráfico, con flujos actuales con proyecto (E-06)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

Escenario 04: Estado futuro - con proyecto (Año 10)

Es indispensable conocer el comportamiento de la solución propuesta con proyecto a lo largo de los años, en tal sentido se utilizará el factor de crecimiento detallado a continuación.

De la misma manera, para determinar el factor de crecimiento (GF) con proyección a futuro en base a la tasa de crecimiento, y considerando para años futuros utilice la siguiente fórmula:

$$GF = (1+r)^Y$$

r = tasa de crecimiento = 1.30 %

Y = número de años = 10 años

Por lo tanto, **GF= 1.140**

A continuación, se detallan las 06 estaciones donde se muestra los parámetros o flujos vehiculares, considerando las propuestas de mejora en la carretera PE-34A y el tratamiento de las intersecciones (E-04 y E-06), quiere decir con proyecto para un estado futuro de diez años:

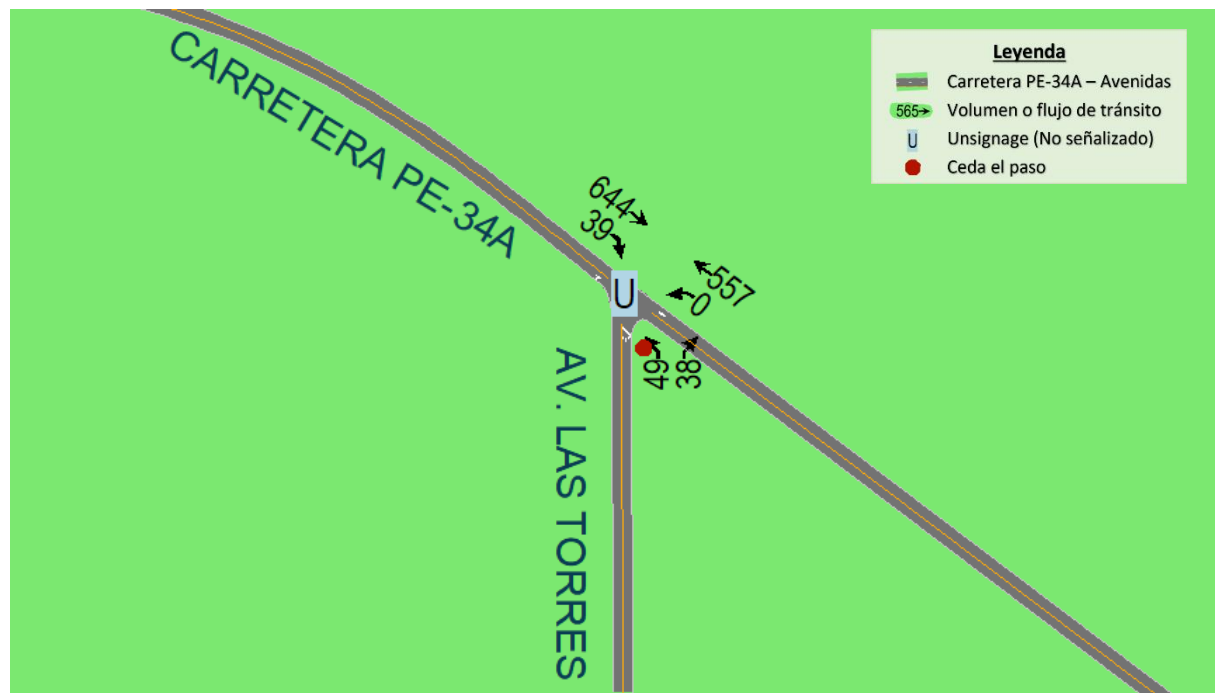


Figura 38. Modelo de tráfico, con flujos futuros a 10 años - Con Proyecto (E-01)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

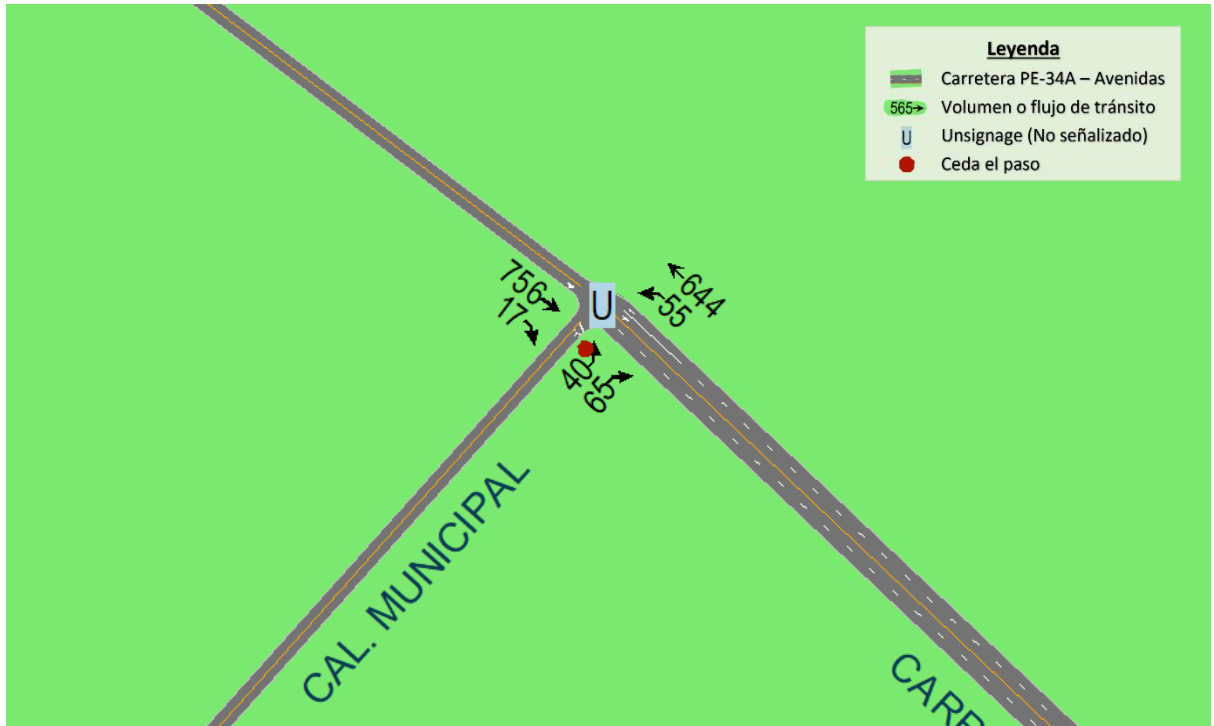


Figura 39. Modelo de tráfico, con flujos futuros a 10 años - Con Proyecto (E-02)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

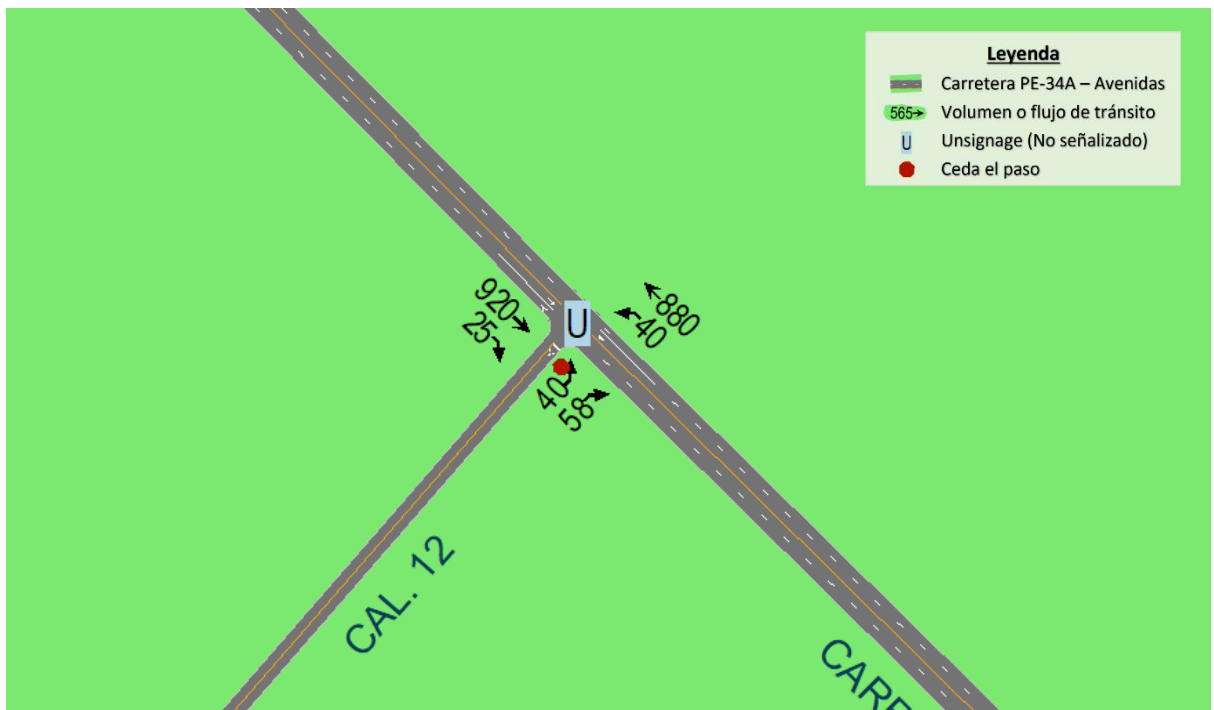


Figura 40. Modelo de tráfico, con flujos futuros a 10 años - Con Proyecto (E-03)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11



Figura 41. Modelo de tráfico, con flujos futuros a 10 años - Con Proyecto (E-04)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

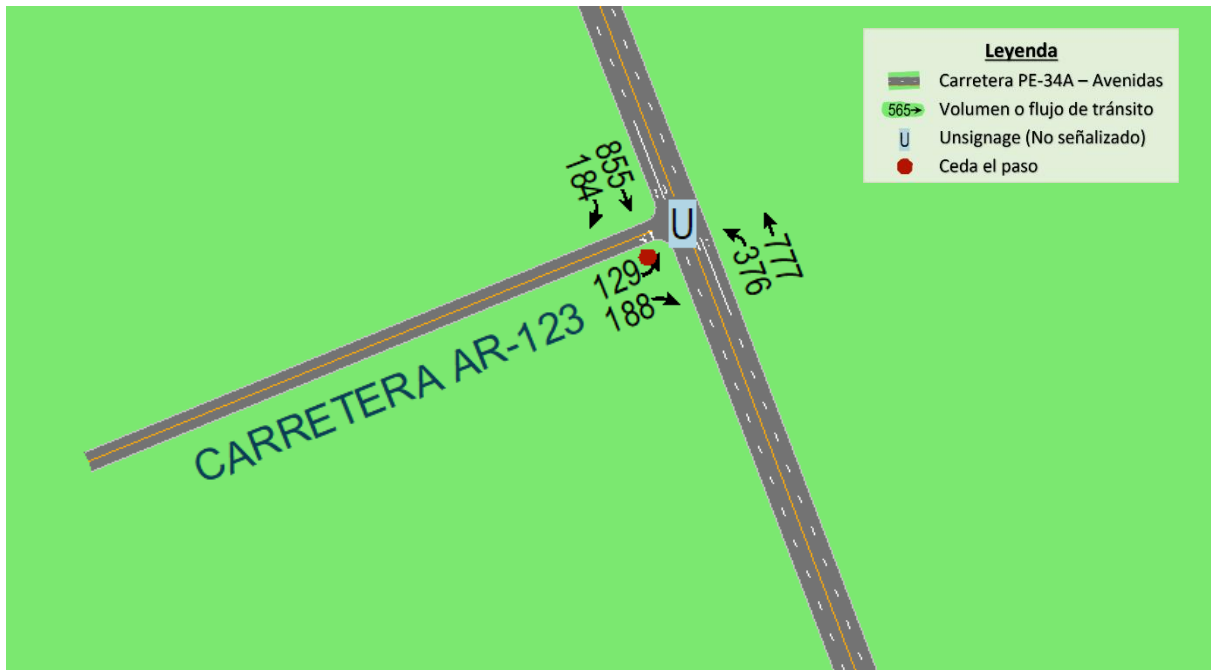


Figura 42. Modelo de tráfico, con flujos futuros a 10 años - Con Proyecto (E-05)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11



Figura 43. Modelo de tráfico, con flujos futuros a 10 años - Con Proyecto (E-06)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS DEL TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

4.1.1. Resultados obtenidos

Resultados Escenario 01: Estado actual - Sin Proyecto (Año 0)

Realizados los modelos de tráfico para las intersecciones estudiadas a lo largo de la carretera PE-34A, se obtuvieron los resultados correspondientes a capacidad, niveles de servicio, relación volumen – capacidad y demoras.

Seguidamente, se presenta el cuadro de resumen de los resultados obtenidos para las 6 estaciones en el escenario actual sin proyecto.

Tabla 6

Resumen de resultados Escenario 01: Estado actual - Sin Proyecto (Año 0)

ESTACION	E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06
UBICACIÓN	AV. LAS TORRES	CAL. MUNICIPAL	CAL. 12	AV. 54	CARRETERA AR-123	VIA EVITAMIENTO
SEMAFORO	NO	NO	NO	SI	NO	SI
LOS	A	D	D	F	F	F
ICU	42.90 %	80.70 %	80.80 %	102.50 %	129.80 %	108.20 %
v/c				1.43		1.94
Demora (seg)				116.6		188.1

Fuente: Elaboración propia

Al respecto, la tabla presentada anteriormente demuestra el estado de tránsito actual en la carretera PE-34A, es colapsada ya que los niveles de servicio oscilan entre D y F, desde la estación de aforo E-02, hasta la estación E-06.

En la situación actual sin proyecto, el cruce semaforizado de la carretera PE-34A - Av. 54 (estación E-04), se encuentra colapsada en su capacidad teniendo un ICU 102.50 % y un nivel de servicio de F, en ese sentido la demora para dicha intersección es un tiempo inaceptable para la mayoría de los usuarios y conductores, esto sucede debido a que los valores de flujo exceden o sobrepasan la capacidad permitida o los valores de la relación volumen – capacidad son mayores a 1.00, así como también la sincronización de los ciclos son demasiados largos y deficientes.

Por otro lado, la situación actual sin proyecto del cruce semaforizado de la carretera PE-34A - Vía de Evitamiento (estación E-06), se encuentra igual colapsada en su capacidad teniendo un ICU 108.20 % y un nivel de servicio de F, de la misma manera la demora para dicha intersección es un tiempo inaceptable para la mayoría de los usuarios y conductores, esto sucede debido a que los valores de flujo exceden o sobrepasan la capacidad permitida o los valores de la relación volumen – capacidad son mayores a 1.00, así como también la sincronización de los ciclos son demasiados largos y deficientes.

A continuación, se adjuntan para las 06 estaciones figuras de los resultados de flujos y su resumen de intersección (Intersection Summary) exportados del programa Synchro para el escenario E-01 del estado actual sin proyecto:

E-01 Carretera PE-34A - Av. Las Torres

20: AV. LAS TORRES & CARRETERA PE-34A

08/15/2021










						
Lane Group	NBL	NBR	SET	SER	NWL	NWT
Lane Configurations						
Traffic Volume (vph)	43	33	565	34	0	489
Future Volume (vph)	43	33	565	34	0	489
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt	0.941		0.992			
Flt Protected	0.972					
Satd. Flow (prot)	1655	0	1795	0	0	1810
Flt Permitted	0.972					
Satd. Flow (perm)	1655	0	1795	0	0	1810
Link Speed (k/h)	50		50		50	
Link Distance (m)	149.5		230.1		817.0	
Travel Time (s)	10.8		16.6		58.8	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	47	36	614	37	0	532
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	83	0	651	0	0	532
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Right	Left	Left
Median Width(m)	3.6		0.0		0.0	
Link Offset(m)	0.0		0.0		0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8		4.8		4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25		15		25	
Sign Control	Stop		Free		Free	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	42.9%			ICU Level of Service A		
Analysis Period (min)	15					

Figura 44. Resultados del modelo de tráfico, con flujos actuales sin proyecto (E-01)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

E-02 Carretera PE-34A – Cal. Municipal

23: CAL. MUNICIPAL & CARRETERA PE-34A

08/15/2021

Lane Group	SET	SER	NWL	NWT	NEL	NER
Lane Configurations						
Traffic Volume (vph)	662	16	47	566	34	57
Future Volume (vph)	662	16	47	566	34	57
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fr _t	0.997			0.915		
Flt Protected				0.996	0.982	
Satd. Flow (prot)	1804	0	0	1802	1626	0
Flt Permitted				0.996	0.982	
Satd. Flow (perm)	1804	0	0	1802	1626	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	817.0			499.6	240.3	
Travel Time (s)	58.8			36.0	17.3	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	720	17	51	615	37	62
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	737	0	0	666	99	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	0.0			0.0	3.6	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	15		25	25		15
Sign Control	Free			Free	Stop	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	80.7%			ICU Level of Service D		
Analysis Period (min)	15					

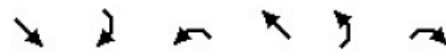
Figura 45. Resultados del modelo de tráfico, con flujos actuales sin proyecto (E-02)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

E-03 Carretera PE-34A - Cal. 12

32: CAL. 12 & CARRETERA PE-34A

08/15/2021



Lane Group	SET	SER	NWL	NWT	NEL	NER
Lane Configurations						
Traffic Volume (vph)	807	22	35	772	35	51
Future Volume (vph)	807	22	35	772	35	51
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fr _t	0.996				0.920	
Fl _t Protected				0.998	0.980	
Satd. Flow (prot)	1802	0	0	1806	1631	0
Fl _t Permitted				0.998	0.980	
Satd. Flow (perm)	1802	0	0	1806	1631	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	794.1			457.8	235.9	
Travel Time (s)	57.2			33.0	17.0	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	877	24	38	839	38	55
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	901	0	0	877	93	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	0.0			0.0	3.6	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)		15	25		25	15
Sign Control	Free			Free	Stop	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	80.8%			ICU Level of Service D		
Analysis Period (min)	15					

Figura 46. Resultados del modelo de tráfico, con flujos actuales sin proyecto (E-03)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

E-04 Carretera PE-34A - Av. 54

Intersection Summary	
Area Type:	Other
Cycle Length:	107
Actuated Cycle Length:	107
Offset:	0 (0%), Referenced to phase 2:NBT, Start of Green
Natural Cycle:	150
Control Type:	Pretimed
Maximum v/c Ratio:	1.43
Intersection Signal Delay:	116.6
Intersection LOS:	F
Intersection Capacity Utilization	102.5%
ICU Level of Service	G
Analysis Period (min)	15
~ Volume exceeds capacity, queue is theoretically infinite. Queue shown is maximum after two cycles.	
# 95th percentile volume exceeds capacity, queue may be longer. Queue shown is maximum after two cycles.	

Splits and Phases: 14: CARRETERA PE-34A & AV. 54 & CAL. 5

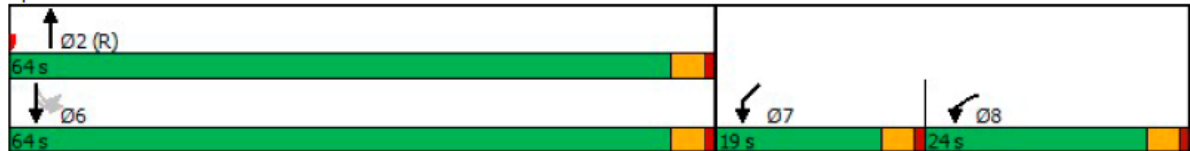



Figura 47. Resultados del modelo de tráfico, con flujos actuales sin proyecto (E-04)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

E-05 Carretera PE-34A – Carretera AR – 123

11: CARRETERA PE-34A & CARRETERA AR-123

08/15/2021



Lane Group	EBL	EBR	NBL	NBT	SBT	SBR
Lane Configurations	Y			Y	Y	
Traffic Volume (vph)	113	165	330	682	750	161
Future Volume (vph)	113	165	330	682	750	161
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fr _t	0.920				0.976	
Fit Protected	0.980			0.984		
Satd. Flow (prot)	1631	0	0	1781	1766	0
Fit Permitted	0.980			0.984		
Satd. Flow (perm)	1631	0	0	1781	1766	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	230.0			788.7	563.0	
Travel Time (s)	16.6			56.8	40.5	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	123	179	359	741	815	175
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	302	0	0	1100	990	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	3.6			0.0	0.0	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25	15	25			15
Sign Control	Stop			Free	Free	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	129.8%			ICU Level of Service H		
Analysis Period (min)	15					

Figura 48. Resultados del modelo de tráfico, con flujos actuales sin proyecto (E-05)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

E-06 Carretera PE-34A – Vía de Evitamiento

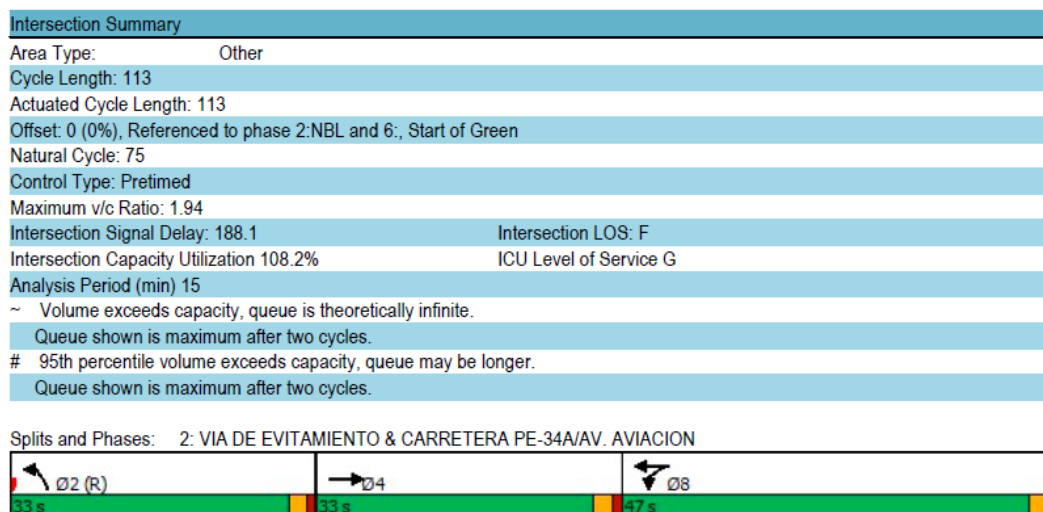


Figura 49. Resultados del modelo de tráfico, flujos actuales sin proyecto (E-06)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

Resultados Escenario 02: Estado futuro - Sin Proyecto (Año 10)

Una vez elaborados los modelos de tráfico para las intersecciones estudiadas a lo largo de la carretera PE-34A, se obtuvieron los resultados correspondientes a capacidad, niveles de servicio, relación volumen - capacidad y demoras.

Seguidamente, se presenta el cuadro de resumen de los resultados obtenidos para las 6 estaciones en el escenario futuro sin proyecto, proyectado a 10 años.

Tabla 7

Resumen de resultados Escenario 02: Estado futuro - Sin Proyecto (Año 10)

ESTACION	E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06
UBICACIÓN	AV. LAS TORRES	CAL. MUNICIPAL	CAL. 12	AV. 54	CARRETERA AR-123	VIA EVITAMIENTO
SEMAFORO	NO	NO	NO	SI	NO	SI
LOS	A	F	F	F	F	F
ICU	47.90 %	92.00 %	91.20 %	114.90 %	146.60 %	121.90 %
v/c				1.9		2.21
Demora (seg)				210.2		247.5

Fuente: Elaboración propia

Al respecto, la tabla presentada anteriormente demuestra el estado de tránsito futuro sin proyecto de la carretera PE-34A, es colapsada ya que los niveles de servicio en oscilan en F, desde la estación de aforo E-02, hasta la estación E-06.

En la situación futura sin proyecto, el cruce semaforizado de la carretera PE-34A - Av. 54 (estación E-04), se encuentra colapsada en su capacidad teniendo un ICU 114.90 % y un nivel de servicio de F, en ese sentido la demora para dicha intersección es un tiempo inaceptable para la mayoría de los usuarios y conductores, esto sucede debido a que los valores de flujo exceden o sobrepasan la capacidad permitida o cuando los valores de la relación volumen – capacidad son mayores a 1.00, así como también la sincronización de los ciclos son demasiados largos y deficientes.

Por otro lado, la situación actual sin proyecto del cruce semaforizado de la Carretera PE-34A – vía de Evitamiento (escenario E-06), se encuentra igual colapsada en su capacidad teniendo un ICU 121.90 % y un nivel de servicio de F, de la misma manera la demora para dicha intersección es un tiempo inaceptable para la mayoría de los usuarios y conductores, esto sucede debido a que los valores de flujo exceden o sobrepasan la capacidad permitida o los valores de la relación volumen – capacidad son mayores a 1.00, así como también la sincronización de los ciclos son demasiados largos y deficientes.

A continuación, se adjuntan para las 06 estaciones figuras de los resultados de flujos y su resumen de intersección (Intersection Summary) exportados del programa Synchro para el Escenario 02 del estado futuro sin proyecto:

E-01 Carretera PE-34A - Av. Las Torres

20: AV. LAS TORRES & CARRETERA PE-34A

08/15/2021










						
Lane Group	NBL	NBR	SET	SER	NWL	NWT
Lane Configurations						
Traffic Volume (vph)	43	33	565	34	0	489
Future Volume (vph)	43	33	565	34	0	489
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fr _t	0.941		0.992			
Fl _t Protected	0.973					
Satd. Flow (prot)	1657	0	1795	0	0	1810
Fl _t Permitted	0.973					
Satd. Flow (perm)	1657	0	1795	0	0	1810
Link Speed (k/h)	50		50			50
Link Distance (m)	149.5		230.1			817.0
Travel Time (s)	10.8		16.6			58.8
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	114%	114%	114%	114%	114%	114%
Adj. Flow (vph)	53	41	700	42	0	606
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	94	0	742	0	0	606
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Right	Left	Left
Median Width(m)	3.6		0.0			0.0
Link Offset(m)	0.0		0.0			0.0
Crosswalk Width(m)	4.8		4.8			4.8
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25	15		15	25	
Sign Control	Stop		Free			Free
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	47.9%			ICU Level of Service A		
Analysis Period (min)	15					

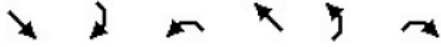
Figura 50. Resultados del modelo de tráfico, con flujos futuros sin proyecto (E-01)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

E-02 Carretera PE-34A – Cal. Municipal

23: CAL. MUNICIPAL & CARRETERA PE-34A

08/15/2021



Lane Group	SET	SER	NWL	NWT	NEL	NER
Lane Configurations	↑			↑	↑	
Traffic Volume (vph)	663	15	48	565	35	57
Future Volume (vph)	663	15	48	565	35	57
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt	0.997			0.916		
Flt Protected				0.996	0.981	
Satd. Flow (prot)	1804	0	0	1802	1626	0
Flt Permitted				0.996	0.981	
Satd. Flow (perm)	1804	0	0	1802	1626	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	817.0			499.6	240.3	
Travel Time (s)	58.8			36.0	17.3	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	114%	114%	114%	114%	114%	114%
Adj. Flow (vph)	822	19	59	700	43	71
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	841	0	0	759	114	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	0.0			0.0	3.6	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	15		25	25		15
Sign Control	Free			Free	Stop	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	92.0%			ICU Level of Service F		
Analysis Period (min)	15					


Figura 51. Resultados del modelo de tráfico, con flujos futuros sin proyecto (E-02)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

E-03 Carretera PE-34A - Cal. 12

32: CAL. 12 & CARRETERA PE-34A

08/15/2021



Lane Group	SET	SER	NWL	NWT	NEL	NER
Lane Configurations						
Traffic Volume (vph)	807	22	35	772	35	51
Future Volume (vph)	807	22	35	772	35	51
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fr _t	0.996				0.920	
Fit Protected				0.998	0.980	
Satd. Flow (prot)	1802	0	0	1806	1631	0
Fit Permitted				0.998	0.980	
Satd. Flow (perm)	1802	0	0	1806	1631	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	794.1			457.8	235.9	
Travel Time (s)	57.2			33.0	17.0	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	114%	114%	114%	114%	114%	114%
Adj. Flow (vph)	1000	27	43	957	43	63
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	1027	0	0	1000	106	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	0.0			0.0	3.6	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)		15	25		25	15
Sign Control	Free			Free	Stop	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	91.2%			ICU Level of Service F		
Analysis Period (min)	15					

Figura 52. Resultados del modelo de tráfico, con flujos futuros sin proyecto (E-03)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

E-04 Carretera PE-34A - Av. 54

Intersection Summary	
Area Type:	Other
Cycle Length:	107
Actuated Cycle Length:	107
Offset:	0 (0%), Referenced to phase 2:NBT, Start of Green
Natural Cycle:	150
Control Type:	Pretimed
Maximum v/c Ratio:	1.90
Intersection Signal Delay:	210.2
Intersection LOS:	F
Intersection Capacity Utilization	114.9%
ICU Level of Service	H
Analysis Period (min)	15
~ Volume exceeds capacity, queue is theoretically infinite. Queue shown is maximum after two cycles.	
# 95th percentile volume exceeds capacity, queue may be longer. Queue shown is maximum after two cycles.	

Splits and Phases: 14: CARRETERA PE-34A & AV. 54 & CAL. 5

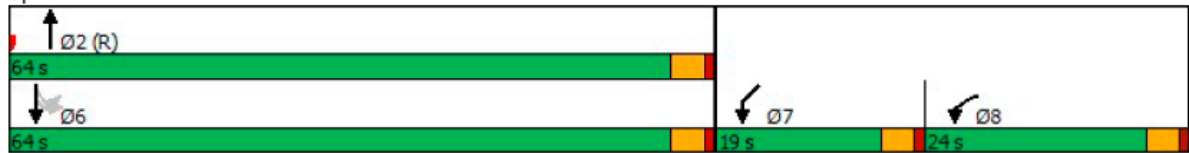


Figura 53. Resultados del modelo de tráfico, con flujos futuros sin proyecto (E-04)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

E-05 Carretera PE-34A – Carretera AR – 123

11: CARRETERA PE-34A & CARRETERA AR-123

08/15/2021


						
Lane Group	EBL	EBR	NBL	NBT	SBT	SBR
Lane Configurations	Y			↑	↓	
Traffic Volume (vph)	113	165	330	682	750	161
Future Volume (vph)	113	165	330	682	750	161
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt	0.920				0.976	
Flt Protected	0.980			0.984		
Satd. Flow (prot)	1631	0	0	1781	1766	0
Flt Permitted	0.980			0.984		
Satd. Flow (perm)	1631	0	0	1781	1766	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	230.0			788.7	563.0	
Travel Time (s)	16.6			56.8	40.5	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	114%	114%	114%	114%	114%	114%
Adj. Flow (vph)	140	204	409	845	929	200
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	344	0	0	1254	1129	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	3.6			0.0	0.0	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25	15	25			15
Sign Control	Stop			Free	Free	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	146.6%			ICU Level of Service H		
Analysis Period (min)	15					

Figura 54. Resultados del modelo de tráfico, con flujos futuros sin proyecto (E-05)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

E-06 Carretera PE-34A – Vía de Evitamiento

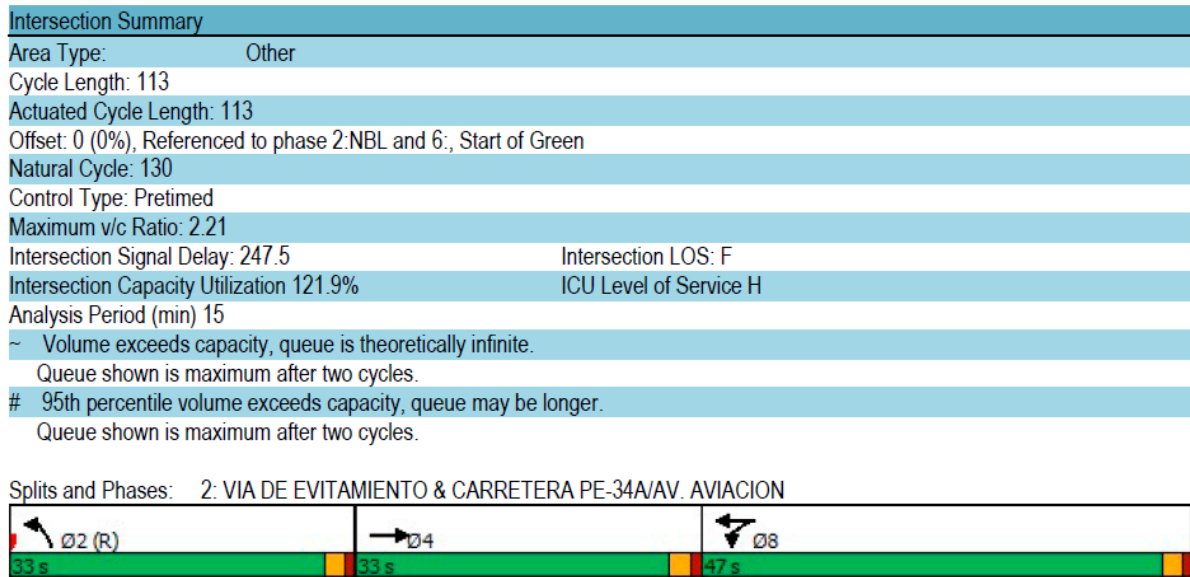


Figura 55. Resultados del modelo de tráfico, con flujos futuros sin proyecto (E-06)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

Resultados Escenario 03: Estado actual - Con Proyecto (Año 0)

Como se observa, los resultados anteriores de los escenarios 01 y 02 no son favorables, ante esta situación problemática y para efectos de esta investigación se plantea la ampliación de carriles de 1 por sentido a dos por sentido, además se realiza un tratamiento especial a nivel en la intersección de la av. Aviación con la Vía de Evitamiento, los cuales son mostrados en el ítem 4.1.3 del presente informe de tesis. Realizados los modelos de tráfico para las intersecciones estudiadas a lo largo de la carretera PE-34A, se obtuvieron los resultados correspondientes a capacidad, niveles de servicio, relación volumen – capacidad y demoras.

Seguidamente, se presenta el cuadro de resumen de los resultados obtenidos para las 6 estaciones en el escenario actual con proyecto:

Tabla 8

Resumen de resultados Escenario 03: Estado actual - Con Proyecto (Año 0)

ESTACION	E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06
UBICACIÓN	AV. LAS TORRES	CAL. MUNICIPAL	CAL. 12	AV. 54	CARRETERA A AR-123	VIA EVITAMIENTO
SEMAFORO	NO	NO	NO	SI	NO	SI
LOS	A	B	B	C	C	C
ICU	42.90 %	63.70 %	58.80 %	71.90 %	72.70 %	70.20 %
v/c				0.9		0.84
Demora (seg)				28.8		26.6

Fuente: Elaboración propia

Al respecto, la tabla presentada anteriormente demuestra el estado de tránsito actual con proyecto de la carretera PE-34A, es óptimo en sus flujos vehiculares ya que los niveles de servicio oscilan entre A y C, desde la estación de aforo E-01, hasta la estación E-06.

En la presente situación actual con proyecto, el cruce semaforizado de la carretera PE-34A - Av. 54 (estación E-04), se encuentra estable en su capacidad obteniendo un ICU 71.90 % y un nivel de servicio de C, por lo tanto, se considera un flujo estable debido a que los valores de flujo y capacidad no pasan la frontera y la relación volumen – capacidad son menores a 1.00, así mismo también se optimizo los ciclos semafóricos.

De la misma manera la situación actual con proyecto, de la intersección semaforizada de la carretera PE-34A – Vía de Evitamiento, se encuentra estable en su capacidad obteniendo un ICU 70.20 % y un nivel de servicio de C, por lo tanto, se considera un flujo estable debido a que los valores de flujo y capacidad no pasan la frontera y la relación volumen – capacidad son menores a 1.00, así mismo también se optimizo los ciclos semafóricos.

A continuación, se adjuntan para las 06 estaciones figuras de los resultados de flujos y su resumen de intersección (Intersection Summary) exportados del programa Synchro para el Escenario 03 del estado actual con proyecto:

E-01 Carretera PE-34A - Av. Las Torres

20: AV. LAS TORRES & CARRETERA PE-34A

08/15/2021










						
Lane Group	NBL	NBR	SET	SER	NWL	NWT
Lane Configurations						
Traffic Volume (vph)	43	33	565	34	0	489
Future Volume (vph)	43	33	565	34	0	489
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt	0.941		0.992			
Fit Protected	0.972					
Satd. Flow (prot)	1655	0	1795	0	0	1810
Fit Permitted	0.972					
Satd. Flow (perm)	1655	0	1795	0	0	1810
Link Speed (k/h)	50		50			50
Link Distance (m)	149.5		230.1			817.0
Travel Time (s)	10.8		16.6			58.8
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	47	36	614	37	0	532
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	83	0	651	0	0	532
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Right	Left	Left
Median Width(m)	3.6		0.0			0.0
Link Offset(m)	0.0		0.0			0.0
Crosswalk Width(m)	4.8		4.8			4.8
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25	15		15	25	
Sign Control	Stop		Free			Free
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	42.9%			ICU Level of Service A		
Analysis Period (min)	15					


Figura 56. Resultados del modelo de tráfico, con flujos actuales con proyecto (E-01)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

E-02 Carretera PE-34A – Cal. Municipal

23: CAL. MUNICIPAL & CARRETERA PE-34A

08/15/2021



Lane Group	SET	SER	NWL	NWT	NEL	NER
Lane Configurations						
Traffic Volume (vph)	662	16	47	566	34	57
Future Volume (vph)	662	16	47	566	34	57
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Frt	0.997			0.915		
Flt Protected				0.996	0.982	
Satd. Flow (prot)	1804	0	0	3424	1626	0
Flt Permitted				0.996	0.982	
Satd. Flow (perm)	1804	0	0	3424	1626	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	817.0			499.6	240.3	
Travel Time (s)	58.8			36.0	17.3	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	720	17	51	615	37	62
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	737	0	0	666	99	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	0.0			0.0	3.6	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	15		25	25		15
Sign Control	Free			Free	Stop	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	63.7%			ICU Level of Service B		
Analysis Period (min)	15					

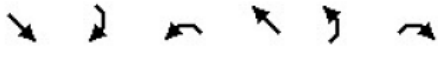
Figura 57. Resultados del modelo de tráfico, con flujos actuales con proyecto (E-02)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

E-03 Carretera PE-34A - Cal. 12

32: CAL. 12 & CARRETERA PE-34A

08/15/2021



Lane Group	SET	SER	NWL	NWT	NEL	NER
Lane Configurations	↑↑			↑↑	↑	
Traffic Volume (vph)	807	22	35	772	35	51
Future Volume (vph)	807	22	35	772	35	51
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	0.95	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00
Frt	0.996				0.920	
Fit Protected				0.998	0.980	
Satd. Flow (prot)	3424	0	0	3431	1631	0
Fit Permitted				0.998	0.980	
Satd. Flow (perm)	3424	0	0	3431	1631	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	794.1			457.8	235.9	
Travel Time (s)	57.2			33.0	17.0	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	877	24	38	839	38	55
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	901	0	0	877	93	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	0.0			0.0	3.6	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)		15	25		25	15
Sign Control	Free			Free	Stop	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	58.8%			ICU Level of Service B		
Analysis Period (min)	15					

Figura 58. Resultados del modelo de tráfico, con flujos actuales con proyecto (E-03)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

E-04 Carretera PE-34A - Av. 54

Intersection Summary	
Area Type:	Other
Cycle Length:	80
Actuated Cycle Length:	80
Offset:	0 (0%), Referenced to phase 2:NBT, Start of Green
Natural Cycle:	80
Control Type:	Pretimed
Maximum v/c Ratio:	0.90
Intersection Signal Delay:	28.8
Intersection LOS:	C
Intersection Capacity Utilization:	71.9%
ICU Level of Service:	C
Analysis Period (min):	15
# 95th percentile volume exceeds capacity, queue may be longer.	
Queue shown is maximum after two cycles.	

Splits and Phases: 14: CARRETERA PE-34A & AV. 54 & CAL. 5



Figura 59. Resultados del modelo de tráfico, con flujos actuales con proyecto (E-04)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

E-05 Carretera PE-34A – Carretera AR – 123

11: CARRETERA PE-34A & CARRETERA AR-123

08/18/2021


						
Lane Group	EBL	EBR	NBL	NBT	SBT	SBR
Lane Configurations	↔↔			↔↔	↔↔	
Traffic Volume (vph)	113	165	330	682	750	161
Future Volume (vph)	113	165	330	682	750	161
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Storage Length (m)	0.0	60.0	0.0			0.0
Storage Lanes	2	1	0			0
Taper Length (m)	7.5		7.5			
Lane Util. Factor	0.97	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Frt	0.911			0.973		
Flt Protected	0.980			0.984		
Satd. Flow (prot)	3134	0	0	3383	3345	0
Flt Permitted	0.980			0.984		
Satd. Flow (perm)	3134	0	0	3383	3345	0
Link Speed (k/h)	50			50		
Link Distance (m)	230.0			788.7		563.0
Travel Time (s)	16.6			56.8		40.5
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	123	179	359	741	815	175
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	302	0	0	1100	990	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	7.2			0.0		0.0
Link Offset(m)	0.0			0.0		0.0
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8		4.8
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25	15	25			15
Sign Control	Free			Free	Free	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	72.7%			ICU Level of Service C		
Analysis Period (min)	15					

Figura 60. Resultados del modelo de tráfico, con flujos actuales con proyecto (E-05)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

E-06 Carretera PE-34A – Vía de Evitamiento

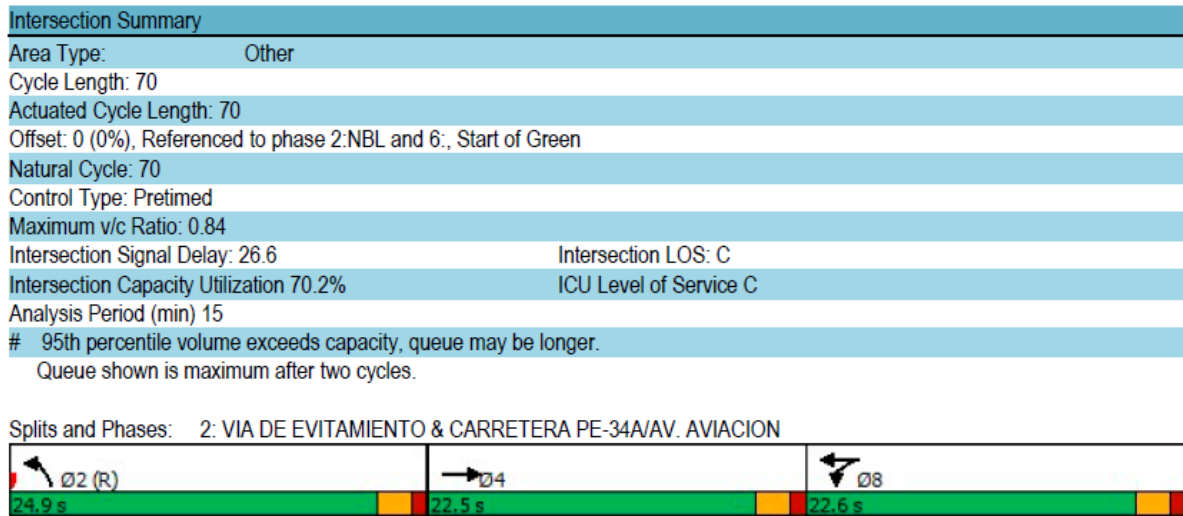


Figura 61. Resultados del modelo de tráfico, con flujos actuales con proyecto (E-06)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

Resultados Escenario 04: Estado futuro - Con Proyecto (Año 10)

Como se demuestra en los resultados anteriores del escenario 03, incrementando la oferta vial y mejorando el diseño de las intersecciones, se logró mejorar y optimizar los niveles de servicio, así como también la fluidez en el tráfico ligero y pesado del lugar de estudio.

Realizados los modelos de tráfico para todas las intersecciones estudiadas a lo largo de la carretera PE-34A (estación E-01 – E-06), se obtuvieron los resultados correspondientes a capacidad y niveles de servicio. Teniendo en cuenta las intersecciones semaforizadas y más críticas realizamos los modelos de tráfico para las intersecciones estudiadas a lo largo de la carretera PE-34A (estación E-04 y E-06), se obtuvieron los resultados correspondientes a capacidad, niveles de servicio, relación volumen – capacidad y demoras.

Seguidamente, se presentan el cuadro de resumen de resultados obtenidos para las 6 estaciones para el escenario futuro con proyecto:

Tabla 9

Resumen de resultados Escenario 04: Estado futuro - Con Proyecto (Año 10)

ESTACION	E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06
UBICACIÓN	AV. LAS TORRES	CAL. MUNICIPAL	CAL. 12	AV. 54	CARRETERA AR-123	VIA EVITAMIENTO
SEMAFORO	NO	NO	NO	SI	NO	SI
LOS	A	C	C	C	C	C
ICU	47.90 %	72.60 %	66.20 %	80.10 %	81.50 %	78.60 %
v/c				0.9		0.87
Demora (seg)				30.4		32.8

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la tabla presentada anteriormente se demuestra que en el estado de tránsito futuro con proyecto de la carretera PE-34A, se mantiene óptimo en sus flujos vehiculares ya que los niveles de servicio oscilan entre A y C, desde la estación de aforo E-01, hasta la estación E-06.

En la presente situación futura con proyecto, en la intersección semaforizada de la carretera PE-34A - Av. 54 (estación E-04), se encuentra estable en su capacidad obteniendo un ICU 80.10 % y un nivel de servicio de C, por lo tanto, se considera un flujo estable debido a que sus valores de flujo y capacidad no pasan la frontera y la relación volumen – capacidad se mantienen menores a 1.00, así mismo también se optimizó los ciclos semafóricos.

De la misma manera la situación Futura con proyecto, de la intersección semaforizada de la carretera PE-34A – Vía de Evitamiento (estación E-06), se encuentra estable en su capacidad obteniendo un ICU 78.60 % y un nivel de servicio de C, por lo tanto, se considera un flujo estable debido a que los valores de flujo y capacidad no pasan la frontera y la relación volumen capacidad se mantienen menores a 1.00, así mismo se optimizó los ciclos semafóricos.

A continuación, se adjuntan para las 06 estaciones figuras de los resultados de flujos y su resumen de intersección (Intersection Summary) exportados del programa Synchro para el escenario 04 del estado futuro con proyecto:

E-01 Carretera PE-34A - Av. Las Torres

20: AV. LAS TORRES & CARRETERA PE-34A

08/15/2021










						
Lane Group	NBL	NBR	SET	SER	NWL	NWT
Lane Configurations						
Traffic Volume (vph)	43	33	565	34	0	489
Future Volume (vph)	43	33	565	34	0	489
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fr _t	0.941		0.992			
Fit Protected	0.973					
Satd. Flow (prot)	1657	0	1795	0	0	1810
Fit Permitted	0.973					
Satd. Flow (perm)	1657	0	1795	0	0	1810
Link Speed (k/h)	50		50			50
Link Distance (m)	149.5		230.1			817.0
Travel Time (s)	10.8		16.6			58.8
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	114%	114%	114%	114%	114%	114%
Adj. Flow (vph)	53	41	700	42	0	606
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	94	0	742	0	0	606
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Right	Left	Left
Median Width(m)	3.6		0.0			0.0
Link Offset(m)	0.0		0.0			0.0
Crosswalk Width(m)	4.8		4.8			4.8
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25	15		15	25	
Sign Control	Stop		Free			Free
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	47.9%			ICU Level of Service A		
Analysis Period (min)	15					


Figura 62. Resultados del modelo de tráfico, con flujos futuros con proyecto (E-06)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

E-02 Carretera PE-34A – Cal. Municipal

23: CAL. MUNICIPAL & CARRETERA PE-34A

08/15/2021



Lane Group	SET	SER	NWL	NWT	NEL	NER
Lane Configurations						
Traffic Volume (vph)	663	15	48	565	35	57
Future Volume (vph)	663	15	48	565	35	57
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Frt	0.997			0.916		
Flt Protected				0.996	0.981	
Satd. Flow (prot)	1804	0	0	3424	1626	0
Flt Permitted				0.996	0.981	
Satd. Flow (perm)	1804	0	0	3424	1626	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	817.0			499.6	240.3	
Travel Time (s)	58.8			36.0	17.3	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	114%	114%	114%	114%	114%	114%
Adj. Flow (vph)	822	19	59	700	43	71
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	841	0	0	759	114	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	0.0			0.0	3.6	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	15		25	25		15
Sign Control	Free			Free	Stop	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	72.6%			ICU Level of Service C		
Analysis Period (min)	15					

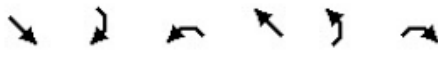
Figura 63. Resultados del modelo de tráfico, con flujos futuros con proyecto (E-02)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

E-03 Carretera PE-34A - Cal. 12

32: CAL. 12 & CARRETERA PE-34A

08/15/2021



Lane Group	SET	SER	NWL	NWT	NEL	NER
Lane Configurations	↑↑			↑↑	W	
Traffic Volume (vph)	807	22	35	772	35	51
Future Volume (vph)	807	22	35	772	35	51
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	0.95	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00
Fr't	0.996			0.920		
Fit Protected				0.998	0.980	
Satd. Flow (prot)	3424	0	0	3431	1631	0
Fit Permitted				0.998	0.980	
Satd. Flow (perm)	3424	0	0	3431	1631	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	794.1			457.8	235.9	
Travel Time (s)	57.2			33.0	17.0	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	114%	114%	114%	114%	114%	114%
Adj. Flow (vph)	1000	27	43	957	43	63
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	1027	0	0	1000	106	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	0.0			0.0	3.6	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	15		25	25		15
Sign Control	Free			Free	Stop	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	66.2%			ICU Level of Service C		
Analysis Period (min)	15					

Figura 64. Resultados del modelo de tráfico, con flujos futuros con proyecto (E-03)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

E-04 Carretera PE-34A - Av. 54

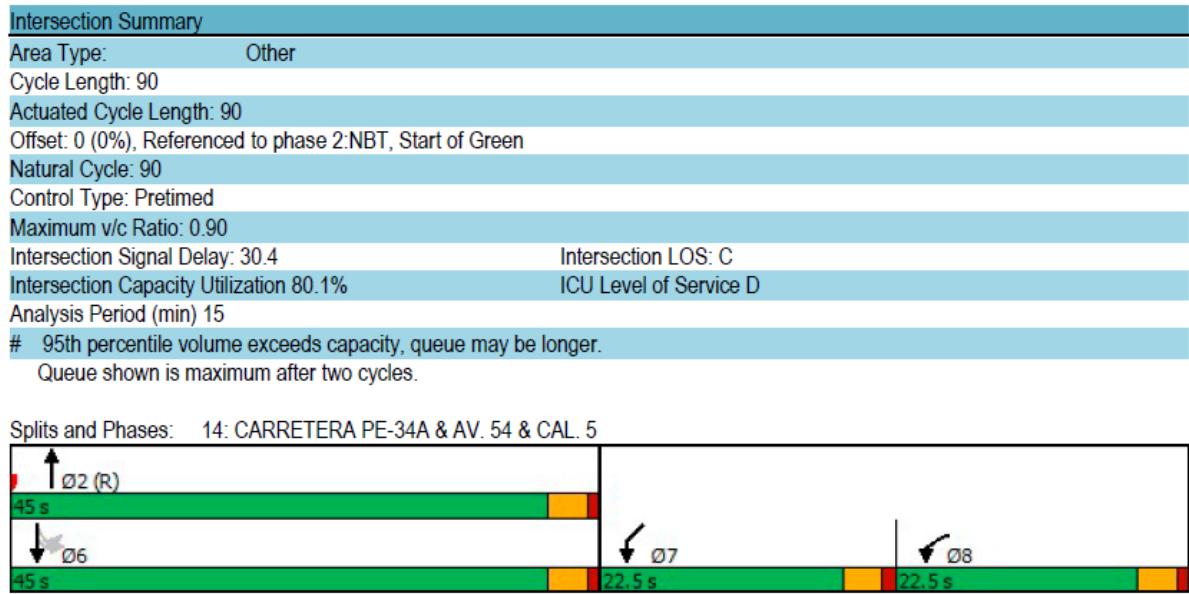


Figura 65. Resultados del modelo de tráfico, con flujos futuros con proyecto (E-04)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

E-05 Carretera PE-34A – Carretera AR – 123

11: CARRETERA PE-34A & CARRETERA AR-123

08/18/2021










						
Lane Group	EBL	EBR	NBL	NBT	SBT	SBR
Lane Configurations						
Traffic Volume (vph)	113	165	330	682	750	161
Future Volume (vph)	113	165	330	682	750	161
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Storage Length (m)	0.0	60.0	0.0			0.0
Storage Lanes	2	1	0			0
Taper Length (m)	7.5		7.5			
Lane Util. Factor	0.97	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Frt	0.911				0.973	
Flt Protected	0.980			0.984		
Satd. Flow (prot)	3134	0	0	3383	3345	0
Flt Permitted	0.980			0.984		
Satd. Flow (perm)	3134	0	0	3383	3345	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	230.0			788.7	563.0	
Travel Time (s)	16.6			56.8	40.5	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	114%	114%	114%	114%	114%	114%
Adj. Flow (vph)	140	204	409	845	929	200
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	344	0	0	1254	1129	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	7.2			0.0	0.0	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25	15	25			15
Sign Control	Free			Free	Free	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	81.5%			ICU Level of Service C		
Analysis Period (min)	15					

Figura 66. Resultados del modelo de tráfico, con flujos futuros con proyecto (E-05)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

E-06 Carretera PE-34A – Vía de Evitamiento

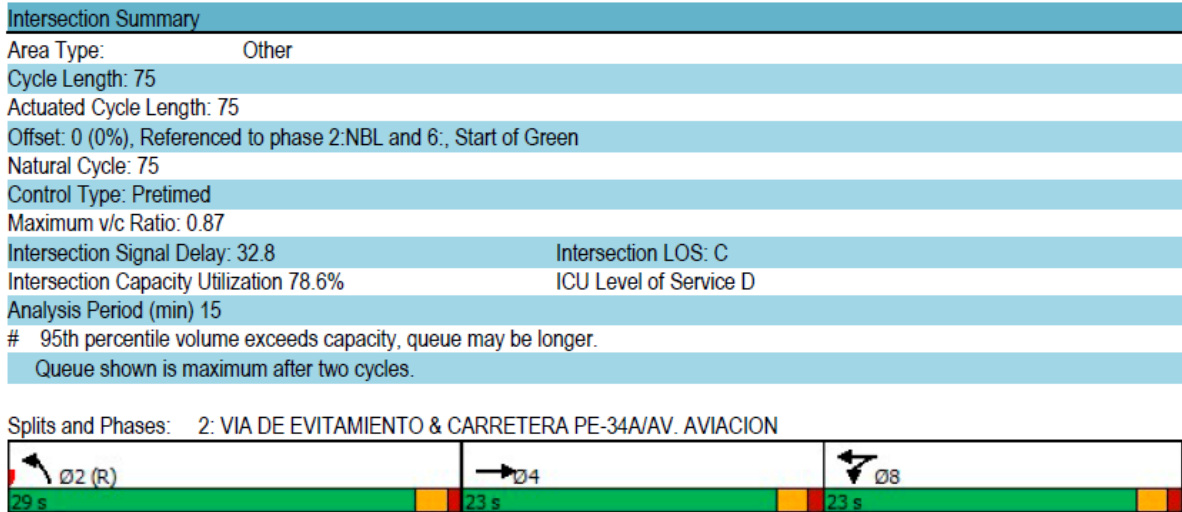


Figura 67. Resultados del modelo de tráfico, con flujos futuros con proyecto (E-06)

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

4.2. PRUEBAS DE HIPÓTESIS

Se comprueba la hipótesis general ya que se identifica de forma detallada la problemática respecto a la congestión vehicular en la carretera PE-34A y se propone como alternativa de solución la ampliación de carriles de 1 a 2 por sentido y el tratamiento en intersecciones semaforizadas y no semaforizadas más críticas de la red vial estudiada.

Así mismo se ha realizado el modelo de tráfico respectivo en base a los flujos aforados en los trabajos de campo los cuales nos permitieron conocer los niveles de servicio actuales y futuros con y sin proyecto.

4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos demuestran que el estado actual en la carretera PE-34A, es de colapso en sus flujos vehiculares ya que se generan colas y demoras muy por encima de las permitidas. Así del análisis realizado se demuestra que hace falta incrementar la oferta vial a fin de tener flujos más estables, sobre todo en las

intersecciones semaforizadas en los que se generan la mayor congestión debido a la presencia de tráfico de vehículos de carga pesada.

Proponiendo la optimización de semáforo y mejorando la intersección geométricamente determina un nivel de servicio de tipo A con un ICU de 53.9 % (Bajaña, 2021). Por lo tanto, es importante mejorar la oferta vial en el presente estudio, ya que los resultados del estado actual de nuestro proyecto determinan un nivel de servicio de tipo D con un ICU 80.75 % en promedio y de tipo F con un ICU de 113.50 % en promedio. A continuación, se realiza una comparación entre los estados de la vía en distintos escenarios a fin de comprender mejor las ventajas de la optimización realizada, en la siguiente tabla:

Tabla 10

Cuadro de resumen de resultados de la carretera PE-34A, en el estado sin proyecto

EST.	UBICACIÓN	SIN PROYECTO							
		LOS		ICU		v/c		Demora (seg)	
		AÑO 0	AÑO 10	AÑO 0	AÑO 10	AÑO 0	AÑO 10	AÑO 0	AÑO 10
E-01	AV. LAS TORRES	A	A	42.90 %	47.90 %				
E-02	CAL. MUNICIPAL	D	F	80.70 %	92.00 %				
E-03	CAL. 12	D	F	80.80 %	91.20 %				
E-04	AV. 54	F	F	102.50 %	114.90 %	1.43	1.9	116.6	210.2
E-05	CARRETERA AR-123	F	F	129.80 %	146.60 %				
E-06	VIA EVITAMIENTO	F	F	108.20 %	121.90 %	1.94	2.21	188.1	247.5

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

Como se observa en la tabla anterior en el estado sin proyecto, la vía se encuentra completamente colapsada en su funcionalidad, los niveles de servicio son del tipo F, la relación volumen – capacidad para todos los escenarios es mayor a 1 y las demoras y colas sobrepasan los mínimos establecidos en el manual de capacidad de carreteras.

Ante este escenario es necesario optimizar e incremento de la oferta vial a fin de mantener estables los flujos vehiculares, por la cual se propone la ampliación de carriles y también el tratamiento en las intersecciones críticas como se muestra en las siguientes figuras:



Figura 68. Propuesta de mejora vial en la Intersección a nivel Carr. PE-34A con Av. 54

Fuente: Elaboración propia



Figura 69. Propuesta de mejora vial en la intersección a nivel Carretera PE-34A con Carretera AR-123

Fuente: Elaboración propia

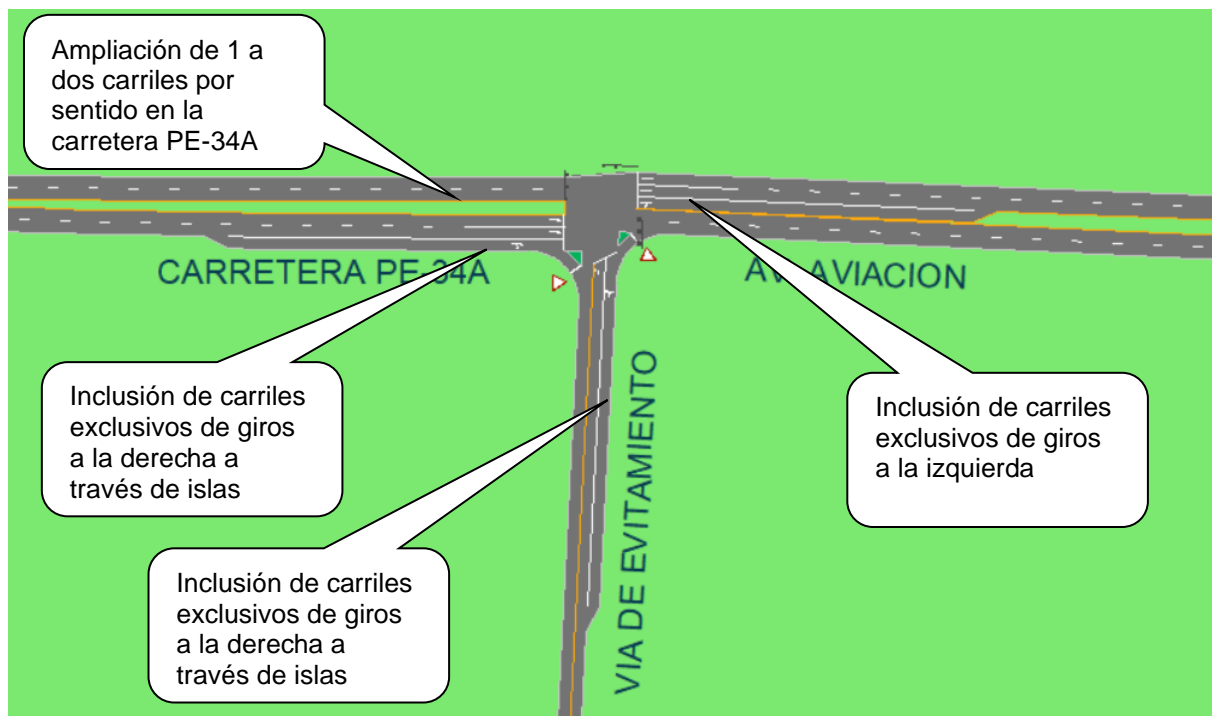


Figura 70. Propuesta de mejora vial en la intersección a nivel Carretera PE-34A con Vía de Evitamiento

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11

Cuadro de resumen de los resultados de la carretera PE-34A, en el estado con proyecto

EST.	UBICACIÓN	CON PROYECTO							
		LOS		ICU		v/c		Demora (seg)	
		AÑO 0	AÑO 10	AÑO 0	AÑO 10	AÑO 0	AÑO 10	AÑO 0	AÑO 10
E-01	AV. LAS TORRES	A	A	42.90 %	47.90 %				
E-02	CAL. MUNICIPAL	B	C	63.70 %	72.60 %				
E-03	CAL. 12	B	C	58.80 %	66.20 %				
E-04	AV. 54	C	C	71.90 %	80.10 %	0.9	0.9	28.8	30.4
E-05	CARRETERA AR-123	C	C	72.70 %	81.50 %				
E-06	VIA EVITAMIENTO	C	C	70.20 %	78.60 %	0.84	0.87	26.6	32.8

Fuente: Elaboración propia – Software Synchro ver. 11

De la tabla anterior y en base a la propuesta detallada anteriormente se demuestra que los niveles de servicio se encuentran estables y son del tipo C, así mismo la relación volumen – capacidad no sobrepasa la unidad para todos los escenarios, las demoras son mínimas y los flujos permanecen sin congestión.

Según Board (2010), el nivel de servicio para infraestructuras viales es aceptable o de condiciones ideales para el transporte de los flujos vehiculares como se indica: para carreteras rurales se considera de tipo C y para carreteras o vías urbanas se considera hasta de tipo D como tope de capacidad vial. Por lo tanto, para nuestro proyecto es aceptable el nivel de servicio de tipo C.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

General

El análisis y optimización de los flujos vehiculares de la red vial actual para reducir la congestión del tráfico vehicular en la carretera PE-34A en los distritos de Yura y Cerro Colorado nos ha permitido identificar y observar la problemática actual para la futura toma de decisiones, la optimización se realizó con el conteo vehicular e identificando los puntos críticos para su análisis en el software Synchro así mismo la propuesta planteada mejorará considerablemente los niveles de servicio llegando hasta el tipo C y reduce la congestión vehicular de las estaciones críticas tanto en su relación V/C hasta un 0.84 y 0.90, de la misma manera los tiempos de demoras se redujeron hasta en 30 segundos en las intersecciones críticas señalizadas, estos datos con una proyección futura para 10 años a lo largo de la carretera PE-34A del distrito de Yura y Cerro Colorado.

Específica primera

La metodología adecuada para determinar los flujos de tráfico existentes y conocer las zonas de mayor congestión durante el día ha consistido básicamente en los aforos a través de fichas con lo cual se ha podido cuantificar de manera manual la cantidad de vehículos. Es así como, por medio de esta metodología se determinó los flujos direccionales, y las zonas de mayor congestión fueron identificados en las estaciones: estación E-04 con un LOS de F, un ICU de 102.50 % y por ser punto semaforizado con una relación de V/C de 1.43; estación E-05 con un LOS de F, y un ICU de 129.80 %; estación E-06 con un LOS de F, un ICU de 108.20 % y por ser punto semaforizado una relación de V/C de 1.94, en base a estos datos se conoció las zonas de mayor congestión durante el día.

Especifica segunda

La distribución del tráfico existente a través de una propuesta de nueva vialidad que reduzca la congestión de los flujos vehiculares se ha mantenido a través de la carretera PE-34A, razón por la que se ha ampliado la oferta vial de 1 a 2 carriles por sentido y se ha optimizado geoméricamente las intersecciones críticas, de esta manera la congestión de los flujos vehiculares se redujo a un nivel de servicio aceptable de tipo C a lo largo del tramo en mención que comprende desde el distrito de Yura hasta Cerro Colorado.

Especifica tercera

La construcción del modelo de tráfico que evalué y optimicé la red vial existente y la red vial propuesta se desarrolló a partir de aforos en las estaciones comprendidas en la carretera PE-34A, el cual ha permitido la simulación de los flujos vehiculares. Esta herramienta de software permitió evaluar la red vial existente y la red vial propuesta optimizando los flujos de tráfico con una proyección futura para 10 años y con niveles de servicios óptimos que se redujo del tipo F hasta el tipo C. Así mismo cabe mencionar las estaciones críticas señalizadas (E-04 y E-06) se optimizó hasta 30 segundos el tiempo de demora y la relación volumen – capacidad hasta un valor de 0.80 siendo óptimo ya que no pasa la unidad.

5.2. RECOMENDACIONES

- ✚ A fin de tener una mayor precisión en la medición (aforos) de los flujos vehiculares y reducir costos y especialmente tiempo se recomienda implementar dispositivos mecánicos de conteo vehicular o sistemas modernos a través de cámaras o sensores.
- ✚ La simulación del tráfico es necesaria ya que permite conocer al detalle la situación actual de los flujos vehiculares, es preciso indicar que en el mercado existen diferentes paquetes de herramientas tecnológicas para el cálculo y simulación del tráfico.
- ✚ Es posible proponer otras alternativas de solución las cuales generen mayores costos de inversión y también mayores beneficios en un tiempo más prolongado, logrando separar el transporte de carga pesada con el transporte liviano o urbanos de la carretera PE-34A.
- ✚ A fin de reducir el tráfico actual de la red vial se recomienda a la Gerencia Regional de transportes y Comunicaciones del Gobierno Regional de Arequipa, implementar la ampliación propuesta de 1 carril por sentido en la carretera PE-34A desde la estación E-02 hasta la estación E-06. Así mismo implementar la inclusión de carriles exclusivos de giro a la derecha a través de islas en las intersecciones señalizadas o más críticas, estaciones E-04, E-05 y E-06 y reducir la congestión vehicular en el contexto de corto plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARIAS CHÁVEZ, Dennis. (2019). *Manual para citar y referenciar fuentes en textos de ingeniería Según la norma ISO 690-2.* Huancayo: Universidad Continental. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/>. ISBN: 978-612-4443-04-6.

BERNAL TORRES, César Augusto. (2010). *Metodología de la investigación administración, economía, humanidades Tercera edición.* Bogotá D.C., Colombia: Universidad de La Sabana, Colombia. ISBN: 978-958-699-128-5.

BOARD, TRB TRANSPORTATION RESEARCH. (2010). *HCM 2010 Highway Capacity Manual.* Washington, DC: The National Academies, 2010. ISBN 978-0-309-16077-3.

BULL, Alberto. (2003). *Congestión de Tránsito.* Santiago de Chile: Naciones Unidas.

BURGOS SANCHEZ, Sebastián. (2017). *Análisis de alternativas de solución a la congestión vehicular en la autopista sur por avenida Bosa (Bogotá - Colombia) con ayuda del software de microsimulación de tráfico SYNCHRO.* Bogotá D.C.: Universidad la Gran Colombia. Disponible en: [https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5511/Trabajo %20de %20Grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5511/Trabajo%20de%20Grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

CAL Y MAYOR, Rafael y CARDENAS GRISALES, James. (2017). *Ingeniería de Tránsito (Fundamentos y Aplicaciones) 9.a Edición.* México: Alfaomega. ISBN: 978-958-778-415-2.

CASTILLO POLO, Juan Eduardo y PÉREZ SOVERO, Joe Moisés. (2020). *Propuesta de mejora en los niveles para la intersección de la Av. La Marina con la Av. Antonio José de Sucre utilizando el software Vissim V0.9.* Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/652674>.

COMUNICACIONES, MINISTERIO DE TRANSPORTES Y. (2017). *Instructivo de la Ficha Técnica Estándar para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión en carreteras Interurbanas.* Lima: MTC.

ENGINEERING, Training & Development Solutions (EADIC). (2016). Ingeniería de tránsito y sus herramientas de modelización [en línea]. [En línea] 2016. Disponible en: <https://www.eadic.com/ingenieria-de-transito-y-sus-herramientas-de-modelizacion/>.

FERROCARRILES, DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS. (2018). *Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2018.* Lima:MTC.

FERROCARRILES, DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y. (2013). *Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.* Lima: MTC.

FERROCARRILES, DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y. (2014). *Manual de Inventarios Viales.* Lima: MTC.

FINANZAS, MINISTERIO DE ECONOMÍA Y. (2019). *Directiva General del Sistema Nacional de Programación.* Lima: MEF.

GÓMEZ HERNÁNDEZ, Edgar. (2009). *Desarrollo de un Modelo de Simulación Vehicular para la Mejora en la Sincronización de Semáforos.* Puebla, México: Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE). Disponible en: <https://inaoe.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1009/379/1/GomezHE.pdf>.

GONZALES RUBIANES, Diahanncarroll Paulette y REY FUENTES, Victor Antonio. (2016). *Propuesta de mejora de los niveles de servicio para mitigar la congestión vehicular en las intersecciones de la Av. Rafael Escardo Comprendida entre las avenidas Costanera, La Paz y la Libertad, Lima - San Miguel.* Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Disponible en: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/621702/Gonzales_RD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

HUSCH, David; ALBECK, John. (2003). *Intersection Capacity Utilization.* Gillingham Lane, Sugar Land, Estados Unidos: TRAFFICWARE CORPORATION. Disponible en: <https://www.trafficware.com/synchro-studio.html>. ISBN: 0-9742903-0-0.

LÓPEZ LAGUNES, Magaly, y otros. (2018). *Metodología de Análisis del flujo vehicular a través de Simulación Discreta para reducir congestionamientos viales a través de rutas alternas en Misantla Veracruz.* Veracruz. En: Congreso Interdisciplinario de ingenierías. Disponible en: <https://pmii.itsm.edu.mx/productividad/CII/memoriacii2018.pdf#page=93>.

MAMANI GONZALES, Katterin Jhojanna. (2019). *Propuesta de mejora de los niveles de servicio para reducir la congestión vehicular de los accesos al puente señor de Burgos en la*

ciudad de Huánuco. Huánuco: Universidad de Huánuco, 2019. Disponible en: <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2315>.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES [MTC]. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018*. Lima: MTC.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES [MTC]. (2016). *Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras*. Lima: MTC.

NICHOLAS J, Garber y Lester A., Hoel. (2009). *Traffic & Highway Engineering*. Virginia: Cengage Learning.

PAUCARA ROJAS, Martin. (2018). *Evaluación del nivel de servicio en flujos vehiculares de las intersecciones de la Av. Jorge Basadre Grohmann, utilizando Synchro V.8 - Tacna*. Tacna: Universidad Privada de Tacna. Disponible en: <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/881>.

PEREDA RONDÓN, Christopher Phillip y MONTOYA SALAS, Mario Anibal. (2018). *Estudio y optimización de la red vial avenida América Sur tramo prolongación César Vallejo - avenida Ricardo Palma, Trujillo*. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. Disponible en: http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/4178/1/REP_ING.CIVIL_CHRISTOPHER.PEREDA_MARIO.MONTOYA_ESTUDIO.OPTIMIZACION.RED.VIAL.AVENIDA.AMERICA.SUR.TRAMO.PROLONGACION.CESAR.VALLEJO.AVENIDA.RICARDO.PALMA.TRUJILLO.pdf.

PÉREZ RODRÍGUES, Carlos Martín y PORRAS SALAZAR, Carlos Martín. (2019). *Propuestas de solución al congestionamiento vehicular en la rotonda Las Américas ubicada frente al Aeropuerto Internacional Jorge Chávez aplicando Microsimulación en el software Vissim V.9*. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Disponible en: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628042/Perez_RC.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

PINTO ESPEJO, Christopher Yhan Pierre. (2016). *Análisis y planteamiento de soluciones en el Ovalo "Los Incas" - intersección de la avenida Dolores con la avenida Los Incas en la*

provincia de Arequipa. Arequipa: Universidad Católica Santa María. Disponible en:
<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/5315>.

RODRIGO FERNÁNDEZ, A. (2011). *Elementos de la teoría del tráfico vehicular*. [ed.] Juan Carlos DEXTRE. Lima:Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú. ISBN: 978-9972-42-953-8.

SANCHEZ ARPI, Pedro Pablo. (2017). *Análisis de congestionamiento vehicular para la optimización de los semáforos desde el Redondel El Cambio hasta el distribuidor El Bananero*. Machala: Universidad Técnica de Machala. Disponible en:
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/11616>.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia

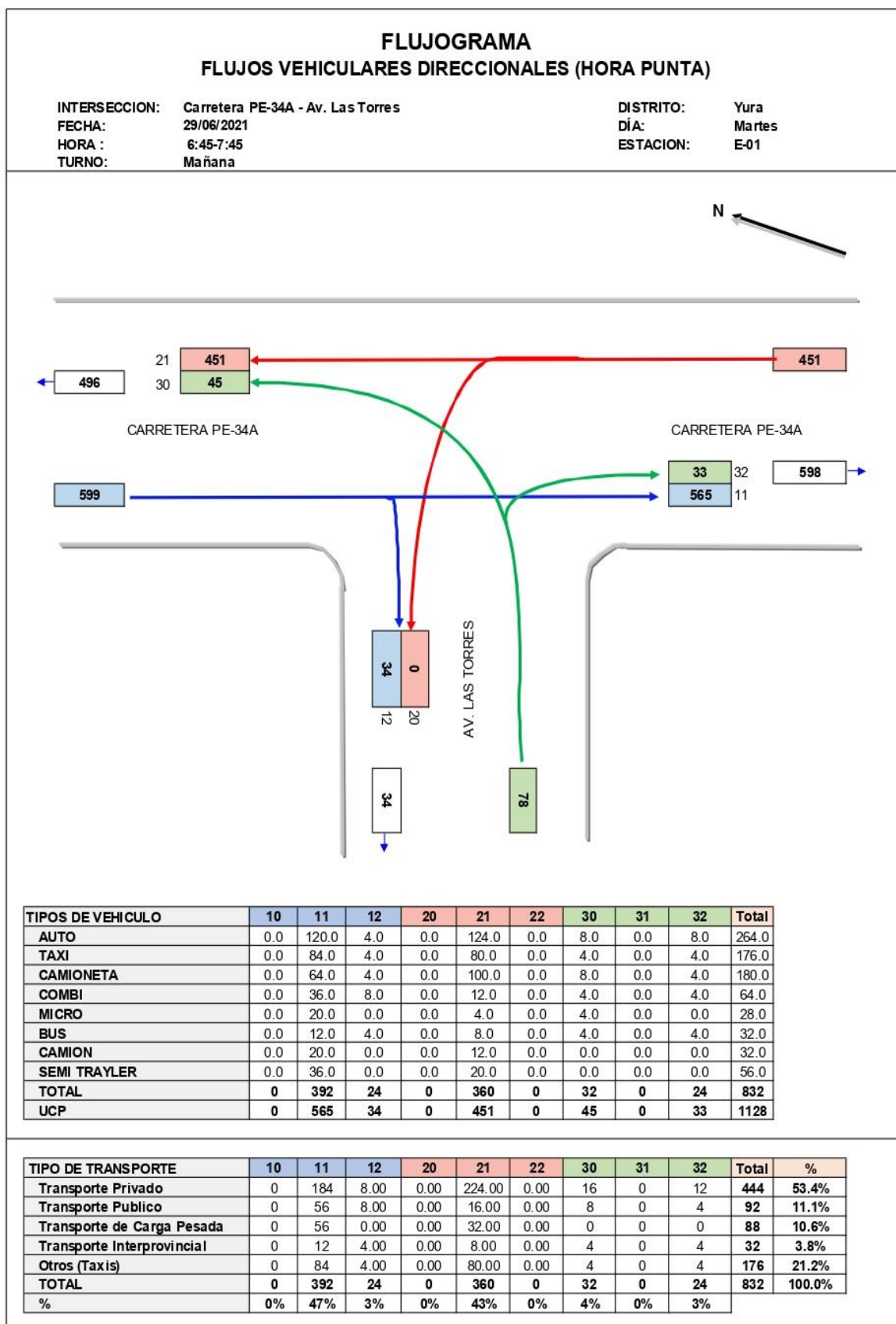
Título: “Análisis y optimización de la red vial nacional y urbana para reducir la congestión vehicular en la carretera PE-34A, en los distritos de Yura y Cerro Colorado, Arequipa 2021”

Autor: Bach. Luis Alberto Mamani Limachi

EL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES $y = f(x)$	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>Problema general:</p> <p>¿De qué forma se puede analizar y optimizar los flujos vehiculares de la carretera PE-34A en los distritos de Yura y Cerro Colorado para reducir la congestión vehicular?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>a) ¿Qué metodología nos permite determinar los volúmenes de tránsito vehicular y caracterizar los flujos existentes?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Realizar el análisis y optimización de los flujos vehiculares de la red vial actual para reducir la congestión del tráfico vehicular en la carretera PE-34A en los distritos de Yura y Cerro Colorado.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>a) Utilizar la metodología adecuada para determinar los flujos de tráfico existentes y conocer las zonas de</p>	<p>Hipótesis principal:</p> <p>La optimización de la red vial existente nos permitirá identificar la problemática actual para la futura toma de decisiones, en los proyectos del gobierno en cuestión de estudio de tráfico, así optimizar y disminuir los niveles de congestión vehicular en la carretera PE-34A desde el Distrito de Yura y Cerro Colorado.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <p>a) La metodología adecuada para determinar los flujos</p>	<p>Variable dependiente (y):</p> <p>Análisis y optimización.</p> <p>Variable independiente (x):</p> <p>Congestión.</p>	<p>a) Capacidad vial.</p> <p>b) Nivel de servicio.</p> <p>c) Viabilidad en su construcción.</p> <p>* Volúmenes de tráfico.</p> <p>* Geometría vial.</p>	<p>Tipo de investigación:</p> <p>* Pura cuantitativa.</p> <p>Población:</p> <p>* Muestra aleatoria.</p> <p>Diseño de investigación:</p> <p>* Experimental.</p> <p>Técnicas de recolección:</p> <p>* Observación.</p> <p>* Aforos vehiculares.</p> <p>Instrumentos:</p>

<p>b) ¿Cómo distribuir el tráfico existente a través de una nueva propuesta de vialidad?</p> <p>c) ¿Cómo construir el modelo de tráfico que evalúe y optimice la red vial existente y la red vial propuesta?</p>	<p>mayor congestión durante el día.</p> <p>b) Distribuir el tráfico existente a través de una propuesta de nueva vialidad que reduzca la congestión de los flujos vehiculares que atraviesa el distrito de Yura y Cerro Colorado.</p> <p>c) Construir el modelo de tráfico que evalúe y optimice la red vial existente y la red vial propuesta.</p>	<p>vehiculares existentes, consiste en aforos vehiculares.</p> <p>b) La optimización de la red vial y flujos vehiculares disminuirá la congestión en la carretera PE-34A desde Yura hasta Cerro Colorado.</p> <p>c) El modelo de tráfico permitirá optimizar los flujos vehiculares proyectados hacia la nueva red vial propuesta.</p>		<p>* Tiempos de semáforo.</p> <p>* Congestión.</p>	<p>* Ficha o formulario de observación.</p> <p>* Reportes Software micro simulación SYNCHRO TRAFFICWARE.</p>
--	---	--	--	--	--

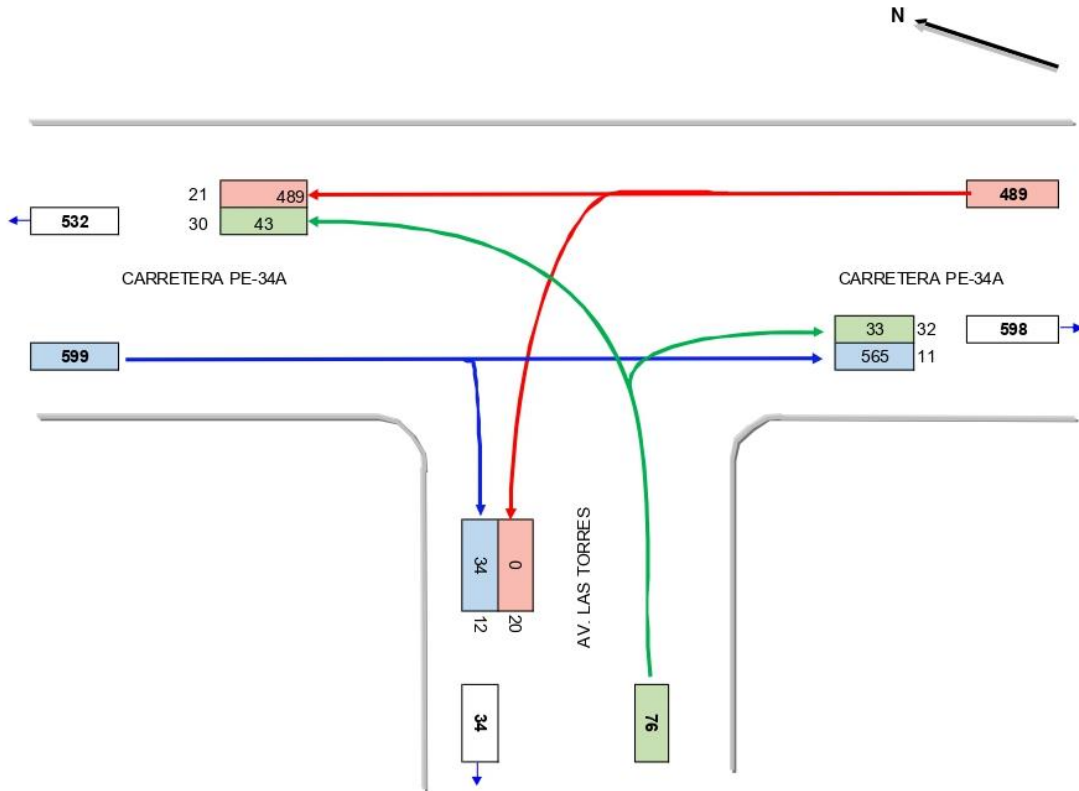
Estación E-01: Flujos vehiculares direccionales



FLUJOGRAMA FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

INTERSECCION: Carretera PE-34A - Av. Las Torres
FECHA: 29/06/2021
HORA : 18:45-19:45
TURNO: Tarde

DISTRITO: Yura
DÍA: Martes
ESTACION: E-01



TIPOS DE VEHICULO	10	11	12	20	21	22	30	31	32	Total
AUTO	0.0	120.0	4.0	0.0	120.0	0.0	8.0	0.0	8.0	260.0
TAXI	0.0	84.0	4.0	0.0	84.0	0.0	12.0	0.0	4.0	188.0
CAMIONETA	0.0	64.0	4.0	0.0	100.0	0.0	8.0	0.0	4.0	180.0
COMBI	0.0	36.0	8.0	0.0	12.0	0.0	12.0	0.0	4.0	72.0
MICRO	0.0	20.0	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.0
BUS	0.0	12.0	4.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	4.0	24.0
CAMION	0.0	20.0	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.0
SEMI TRAYLER	0.0	36.0	0.0	0.0	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	60.0
TOTAL	0	392	24	0	376	0	40	0	24	856
UCP	0	565	34	0	489	0	43	0	33	1164

TIPO DE TRANSPORTE	10	11	12	20	21	22	30	31	32	Total	%
Transporte Privado	0	184	8.00	0.00	220.00	0.00	16	0	12	440	51.4%
Transporte Publico	0	56	8.00	0.00	24.00	0.00	12	0	4	104	12.1%
Transporte de Carga Pesada	0	56	0.00	0.00	44.00	0.00	0	0	0	100	11.7%
Transporte Interprovincial	0	12	4.00	0.00	4.00	0.00	0	0	4	24	2.8%
Otros (Taxis)	0	84	4.00	0.00	84.00	0.00	12	0	4	188	22.0%
TOTAL	0	392	24	0	376	0	40	0	24	856	100.0%
%	0%	46%	3%	0%	44%	0%	5%	0%	3%		

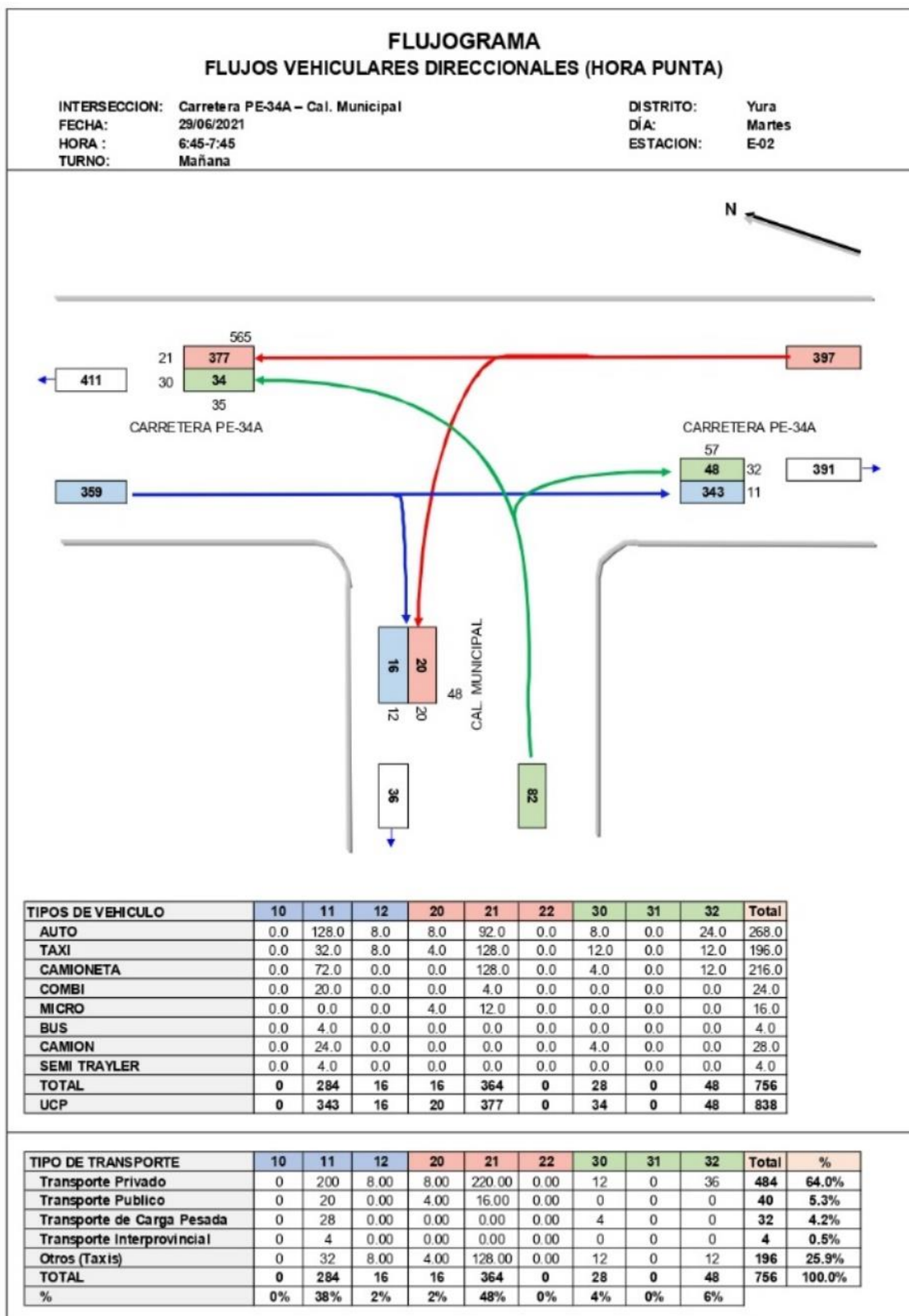
HOJA RESUMEN - AFORO DE FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES

INTERSECCION: Carretera PE-34A - Cal. Municipal
 ESTACION: E-02
 DIA : Martes

DIRECCIÓN: Oeste - Este
 FECHA: 29/06/2021
 DISTRITO: Yura

HORAS DE CONTROL	1.00			1.00			1.00			1.25			2.00			3.00			2.50			3.50			VEHICULOS				UCP					
	AUTO			TAXI			CAMIONETA			COMBI			MICRO			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TOTAL	SUMA	GRAN	SUMA	TOTAL	SUMA	GRAN	SUMA		
	30	31	32	30	31	32	30	31	32	30	31	32	30	31	32	30	31	32	30	31	32	30	31	32	30	31	32	X 1/4 HORA	HORARIA	TOTAL	HORARIA	/4 DE HORA	HORARIA	TOTAL
14:00-14:15																										0	0	0	0	0	0	0	0	
14:15-14:30																											0	0	0	0	0	0	0	0
14:30-14:45																											0	0	0	0	0	0	0	0
14:45-15:00																											0	0	0	0	0	0	0	0
15:00-15:15																											0	0	0	0	0	0	0	0
15:15-15:30																											0	0	0	0	0	0	0	0
15:30-15:45																											0	0	0	0	0	0	0	0
15:45-16:00																											0	0	0	0	0	0	0	0
16:00-16:15	4	0	5	1	0	2	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	18	168	168	18	18	174	174	
16:15-16:30	1	0	1	1	0	6	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	34	171	339	16	34	182	356		
16:30-16:45	2	0	3	3	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	51	142	481	17	51	154	510			
16:45-17:00	4	0	3	1	0	1	1	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	69	157	638	18	69	169	679			
17:00-17:15	2	0	9	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	66	171	641	15	66	179	684			
17:15-17:30	0	0	6	3	0	4	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	68	161	631	18	68	173	674			
17:30-17:45	0	0	4	2	0	2	3	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	68	173	662	17	68	188	709			
17:45-18:00	0	0	2	2	0	6	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	67	140	645	17	67	158	698			
18:00-18:15	6	0	2	1	0	2	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	71	151	625	19	71	157	675			
18:15-18:30	2	0	7	3	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	70	154	618	17	70	168	670			
18:30-18:45	1	0	5	2	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	70	167	612	17	70	194	676			
18:45-19:00	1	0	3	2	0	4	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	69	199	671	16	69	232	750			
19:00-19:15	2	0	2	1	0	5	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	68	179	699	18	68	198	792			
19:15-19:30	1	0	2	1	0	7	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	69	173	718	18	69	186	809			
19:30-19:45	2	0	4	1	0	2	1	0	2	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	70	267	818	23	75	347	963			
19:45-20:00	5	0	3	1	0	3	1	0	5	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	75	127	746	22	81	147	877			
H.P.A.M	2	0	6	3	0	3	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	577		5843		584		6356				
H.P.P.M	2	0	4	1	0	2	1	0	2	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2										

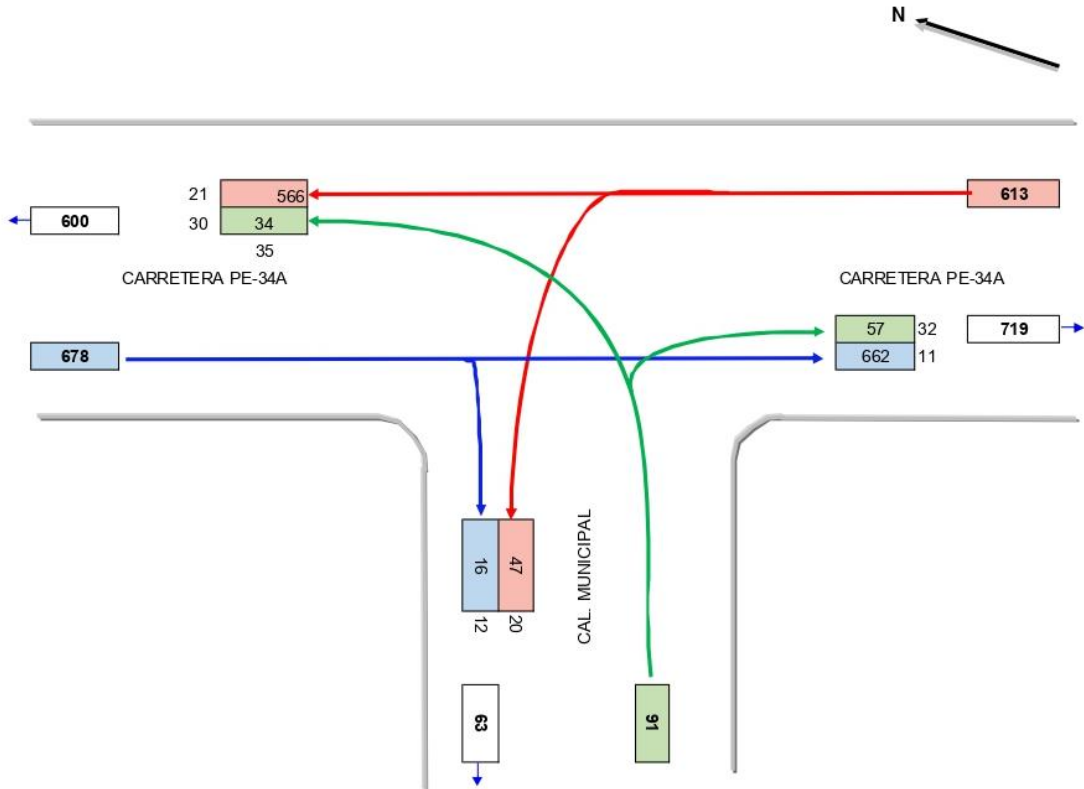
Estación E-02: Flujos vehiculares direccionales



FLUJOGRAMA FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

INTERSECCION: Carretera PE-34A – Cal. Municipal
FECHA: 29/06/2021
HORA : 18:45-19:45
TURNO: Tarde

DISTRITO: Yura
DÍA: Martes
ESTACION: E-02



TIPOS DE VEHICULO	10	11	12	20	21	22	30	31	32	Total
AUTO	0.0	140.0	4.0	16.0	116.0	0.0	8.0	0.0	16.0	300.0
TAXI	0.0	64.0	4.0	4.0	152.0	0.0	4.0	0.0	8.0	236.0
CAMIONETA	0.0	92.0	0.0	12.0	128.0	0.0	4.0	0.0	8.0	244.0
COMBI	4.0	48.0	0.0	4.0	16.0	0.0	8.0	0.0	4.0	80.0
MICRO	0.0	56.0	4.0	0.0	24.0	0.0	4.0	0.0	0.0	88.0
BUS	0.0	32.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.0
CAMION	0.0	28.0	0.0	4.0	24.0	0.0	0.0	0.0	8.0	64.0
SEMI TRAYLER	0.0	8.0	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0
TOTAL	4	468	12	40	472	0	28	0	44	1064
UCP	5	662	16	47	566	0	34	0	57	1382

TIPO DE TRANSPORTE	10	11	12	20	21	22	30	31	32	Total	%
Transporte Privado	0	232	4.00	28.00	244.00	0.00	12	0	24	544	51.1%
Transporte Publico	0	104	4.00	4.00	40.00	0.00	12	0	4	168	15.8%
Transporte de Carga Pesada	0	36	0.00	4.00	36.00	0.00	0	0	8	84	7.9%
Transporte Interprovincial	0	32	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	32	3.0%
Otros (Taxis)	0	64	4.00	4.00	152.00	0.00	4	0	8	236	22.2%
TOTAL	0	468	12	40	472	0	28	0	44	1064	100.0%
%	0%	44%	1%	4%	44%	0%	3%	0%	4%		

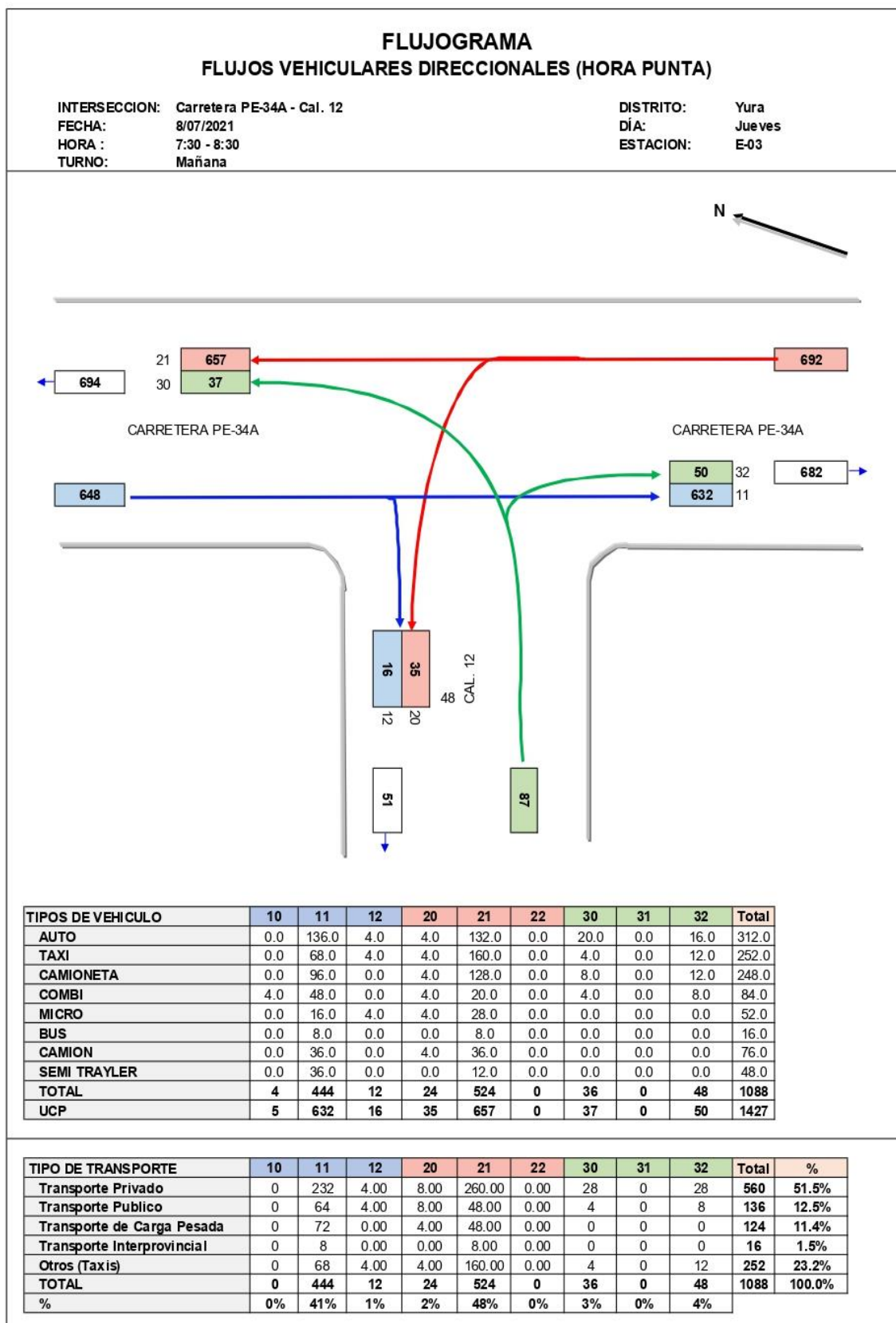
HOJA RESUMEN - AFORO DE FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES

INTERSECCION: Carretera PE-34A - Cal. 12
 ESTACION: E-03
 DIA : Jueves

DIRECCIÓN: Sur - Norte
 FECHA: 8/07/2021
 DISTRITO: Yura

HORAS DE CONTROL	1.00			1.00			1.00			1.25			2.00			3.00			2.50			3.50			VEHICULOS				UCP					
	AUTO			TAXI			CAMIONETA			COMBI			MICRO			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TOTAL	SUMA	GRAN	SUMA	TOTAL	SUMA	GRAN	SUMA		
	20	21	22	20	21	22	20	21	22	20	21	22	20	21	22	20	21	22	20	21	22	20	21	22	20	21	22	X 1/4 HORA	HORARIA	TOTAL	HORARIA	/4 DE HORA	HORARIA	TOTAL
6:00-6:15	2	17	0	1	21	0	1	18	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	85	128	70	137					
6:15-6:30	3	29	0	2	18	0	0	22	0	0	1	0	0	4	0	0	1	0	0	3	0	0	2	0	85	150	101	170	188	324				
6:30-6:45	0	24	0	2	35	0	1	24	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	1	3	0	0	2	0	96	246	110	280	199	524				
6:45-7:00	0	22	0	0	14	0	0	22	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	306	61	340	156	679				
7:00-7:15	3	25	0	0	30	0	0	25	0	0	6	0	1	3	0	0	0	0	0	4	0	0	2	0	99	340	116	386	221	764				
7:15-7:30	1	33	0	1	22	0	0	33	0	0	3	0	0	6	0	0	1	0	1	8	0	0	4	0	113	368	145	431	261	837				
7:30-7:45	2	20	0	2	38	0	0	30	0	0	3	0	3	7	0	0	1	0	2	4	0	0	1	0	113	385	137	459	256	894				
7:45-8:00	1	34	0	1	41	0	1	31	0	1	6	0	1	8	0	0	2	0	1	7	0	0	2	0	137	462	169	567	284	1002				
8:00-8:15	1	33	0	1	40	0	1	32	0	1	5	0	1	7	0	0	2	0	1	9	0	0	3	0	137	500	173	624	285	1066				
8:15-8:30	1	22	0	2	28	0	0	22	0	0	2	0	1	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	83	470	91	570	255	1061				
8:30-8:45	1	29	0	0	24	0	1	20	0	1	5	0	1	4	0	0	3	0	0	4	0	0	2	0	95	452	119	551	202	1006				
8:45-9:00	0	27	0	4	33	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	90	405	95	478	213	955				
9:00-9:15	2	17	0	1	21	0	1	18	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	65	333	70	374	155	824				
9:15-9:30	3	29	0	2	18	0	0	22	0	0	1	0	0	4	0	0	1	0	0	4	0	0	2	0	86	336	103	386	221	790				
9:30-9:45	2	20	0	2	24	0	0	20	0	0	3	0	3	0	0	0	1	0	2	2	0	0	0	0	79	320	91	359	193	781				
9:45-10:00	0	18	0	4	22	0	1	18	0	1	2	0	2	1	0	0	0	0	0	5	0	0	1	0	75	305	89	352	158	726				
10:00-10:15																										0	240	0	283	0	572			
10:15-10:30																										0	154	0	180	0	351			
10:30-10:45																										0	75	0	89	0	158			
10:45-11:00																										0	0	0	0	0	0			
11:00-11:15																										0	0	0	0	0	0			
11:15-11:30																										0	0	0	0	0	0			
11:30-11:45																										0	0	0	0	0	0			
11:45-12:00																										0	0	0	0	0	0			
12:00-12:15																										0	0	0	0	0	0			
12:15-12:30																										0	0	0	0	0	0			
12:30-12:45																										0	0	0	0	0	0			
12:45-13:00																										0	0	0	0	0	0			
13:00-13:15																										0	0	0	0	0	0			
13:15-13:30																										0	0	0	0	0	0			
13:30-13:45																										0	0	0	0	0	0			
13:45-14:00																										0	0	0	0	0	0			
14:00-14:15																										0	0	0	0	0	0			

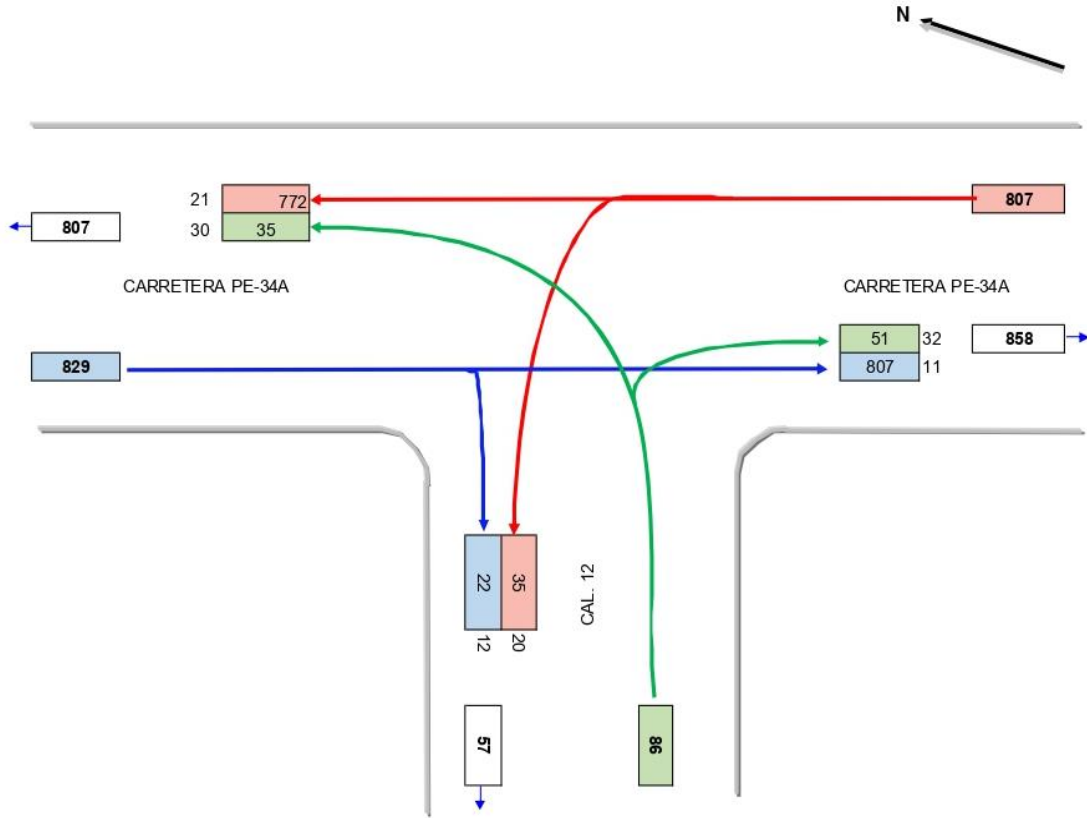
Estación E-03: Flujos vehiculares direccionales



FLUJOGRAMA FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

INTERSECCION: Carretera PE-34A - Cal. 12
FECHA: 8/07/2021
HORA : 6:30 - 7:30
TURNO: TARDE

DISTRITO: Yura
DÍA: Jueves
ESTACION: E-03



TIPOS DE VEHICULO	10	11	12	20	21	22	30	31	32	Total
AUTO	0.0	144.0	4.0	4.0	156.0	0.0	4.0	0.0	8.0	320.0
TAXI	0.0	116.0	4.0	4.0	180.0	0.0	4.0	0.0	8.0	316.0
CAMIONETA	0.0	128.0	4.0	4.0	148.0	0.0	4.0	0.0	12.0	300.0
COMBI	0.0	44.0	0.0	4.0	32.0	0.0	4.0	0.0	4.0	88.0
MICRO	0.0	24.0	0.0	4.0	40.0	0.0	4.0	0.0	4.0	76.0
BUS	0.0	12.0	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.0
CAMION	0.0	56.0	4.0	4.0	36.0	0.0	4.0	0.0	4.0	108.0
SEMI TRAYLER	0.0	40.0	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	52.0
TOTAL	0	564	16	24	616	0	24	0	40	1284
UCP	0	807	22	35	772	0	35	0	51	1722

TIPO DE TRANSPORTE	10	11	12	20	21	22	30	31	32	Total	%
Transporte Privado	0	272	8.00	8.00	304.00	0.00	8	0	20	620	48.3%
Transporte Publico	0	68	0.00	8.00	72.00	0.00	8	0	8	164	12.8%
Transporte de Carga Pesada	0	96	4.00	4.00	48.00	0.00	4	0	4	160	12.5%
Transporte Interprovincial	0	12	0.00	0.00	12.00	0.00	0	0	0	24	1.9%
Otros (Taxis)	0	116	4.00	4.00	180.00	0.00	4	0	8	316	24.6%
TOTAL	0	564	16	24	616	0	24	0	40	1284	100.0%
%	0%	44%	1%	2%	48%	0%	2%	0%	3%		

Estación E-04: Resumen de aforo de flujos vehiculares

HOJA RESUMEN - AFORO DE FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES

INTERSECCION: Carretera PE-34A - Av. 54
 ESTACION: E-04
 DIA : Jueves

DIRECCIÓN: Este - Oeste
 FECHA: 8/07/2021
 DISTRITO: Cerro Colorado

HORAS DE CONTROL	1.00 AUTO			1.00 TAXI			1.00 CAMIONETA			1.25 COMBI			2.00 MICRO			3.00 BUS			2.50 CAMION			3.50 SEMI TRAYLER			TOTAL X 1/4 HORA	VEHICULOS			UCP			
	22	20	21	22	20	21	22	20	21	22	20	21	22	20	21	22	20	21	22	20	21	22	20	21		SUMA HORARIA	GRAN TOTAL	SUMA HORARIA	TOTAL 1/4 DE HOR	SUMA HORARIA	GRAN TOTAL	SUMA HORARIA
6:00-6:15	0	11	23	2	7	44	0	5	25	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	121		228		126		241	
6:15-6:30	1	13	24	1	5	34	0	6	32	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	125	246	255	483	129	254	262	502
6:30-6:45	0	7	36	1	8	30	1	5	28	0	4	7	0	0	1	0	0	0	0	6	0	1	0	0	135	381	261	744	150	404	286	789
6:45-7:00	1	5	31	0	5	31	1	5	40	0	2	7	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	134	515	280	1025	145	550	299	1088
7:00-7:15	1	6	25	1	10	22	1	6	19	0	1	8	0	0	11	0	0	0	0	3	9	0	0	2	125	519	219	1015	161	585	263	1111
7:15-7:30	1	9	46	0	0	34	0	9	46	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	152	546	314	1075	160	616	325	1174
7:30-7:45	1	8	26	1	3	23	1	8	24	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	511	269	1082	101	567	276	1164
7:45-8:00	2	9	30	1	2	21	0	9	19	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	98	475	266	1068	104	526	278	1143
8:00-8:15	0	7	31	2	7	24	1	7	11	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95	445	278	1127	96	461	296	1176
8:15-8:30	1	9	24	1	9	29	1	9	15	0	0	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108	402	289	1102	112	413	301	1151
8:30-8:45	1	4	19	1	10	31	1	1	20	0	1	6	0	1	1	0	0	0	0	3	1	0	1	0	103	405	269	1102	115	427	293	1168
8:45-9:00	3	5	28	0	5	32	0	5	24	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103	409	270	1106	103	426	274	1164
9:00-9:15	1	12	21	1	8	19	1	12	31	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	115	429	285	1112	120	450	291	1160
9:15-9:30	1	7	41	1	7	23	1	7	23	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112	433	270	1093	112	450	284	1143
9:30-9:45	3	9	23	0	9	44	0	9	25	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	126	456	260	1084	132	467	280	1129
9:45-10:00	0	4	24	2	10	34	1	1	32	0	1	8	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	123	476	250	1064	133	497	270	1125
10:00-10:15																									0	361	0	780	0	377	0	834
10:15-10:30																									0	249	0	510	0	265	0	550
10:30-10:45																									0	123	0	250	0	133	0	270
10:45-11:00																									0	0	0	0	0	0	0	0
11:00-11:15																									0	0	0	0	0	0	0	0
11:15-11:30																									0	0	0	0	0	0	0	0
11:30-11:45																									0	0	0	0	0	0	0	0
11:45-12:00																									0	0	0	0	0	0	0	0
12:00-12:15																									0	0	0	0	0	0	0	0
12:15-12:30																									0	0	0	0	0	0	0	0
12:30-12:45																									0	0	0	0	0	0	0	0
12:45-13:00																									0	0	0	0	0	0	0	0
13:00-13:15																									0	0	0	0	0	0	0	0
13:15-13:30																									0	0	0	0	0	0	0	0
13:30-13:45																									0	0	0	0	0	0	0	0
13:45-14:00																									0	0	0	0	0	0	0	0
14:00-14:15																									0	0	0	0	0	0	0	0
14:15-14:30																									0	0	0	0	0	0	0	0
14:30-14:45																									0	0	0	0	0	0	0	0
14:45-15:00																									0	0	0	0	0	0	0	0
15:00-15:15																									0	0	23	23	0	0	29	29
15:15-15:30																									0	0	24	47	0	0	30	58

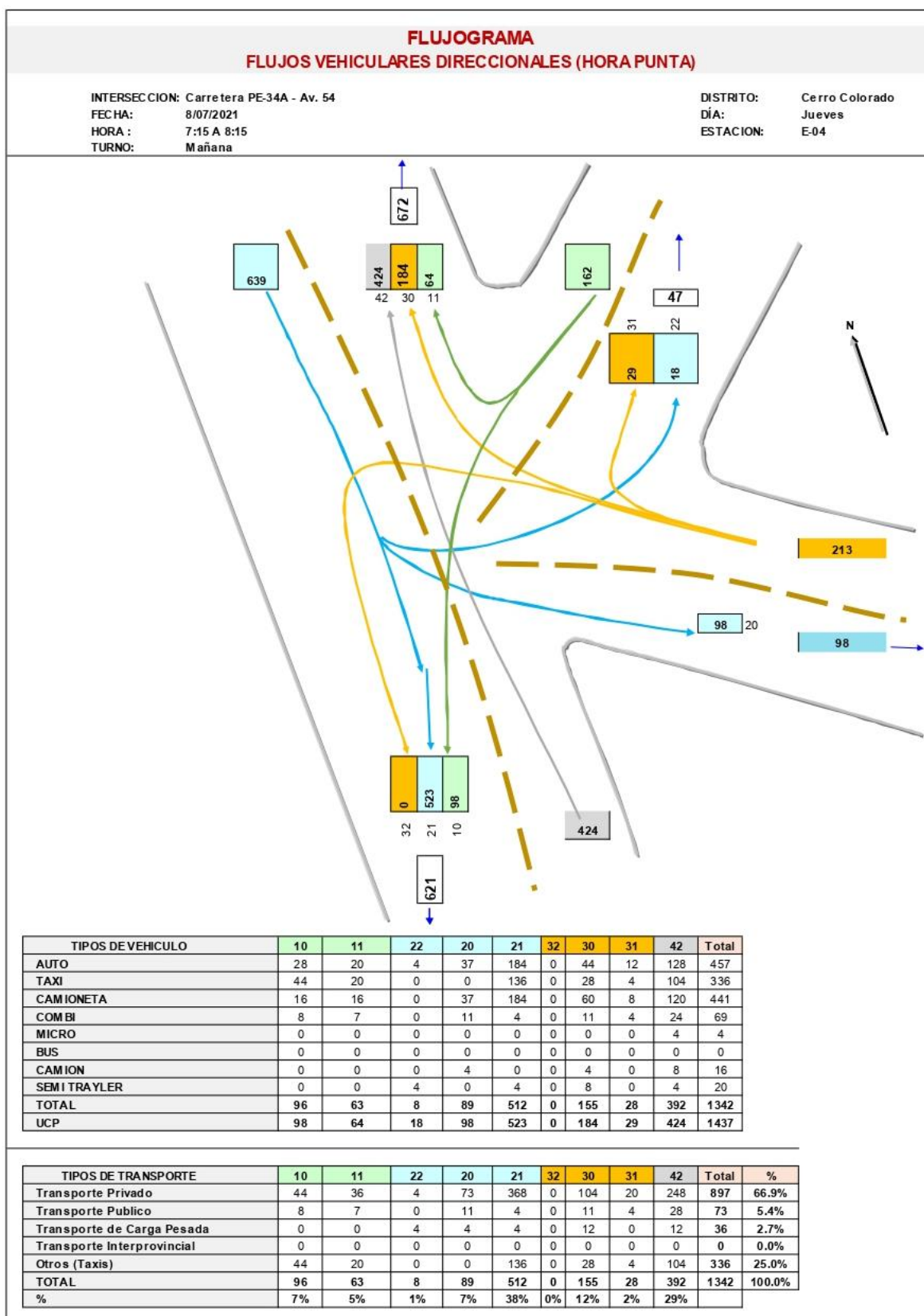
HOJA RESUMEN - AFORO DE FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES

INTERSECCION: Carretera PE-34A - Av. 54
 ESTACION: E-04
 DIA : Jueves

DIRECCIÓN: Este - Oeste
 FECHA: 8/07/2021
 DISTRITO: Cerro Colorado

HORAS DE CONTROL	1.00			1.00			1.00			1.25			2.00			3.00			2.50			3.50			VEHICULOS				UCP			
	AUTO			TAXI			CAMONETA			COMBI			MICRO			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA	GRAN TOTAL	SUMA HORARIA	TOTAL 1/4 DE HOR.	SUMA HORARIA	GRAN TOTAL	SUMA HORARIA
15:30-15:45																								0	0	27	74	0	0	33	91	
15:45-16:00																								0	0	28	102	0	0	34	124	
16:00-16:15	2	9	26	0	5	23	0	10	24	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104	104	223	302	105	105	233	329	
16:15-16:30	3	6	30	0	8	21	0	11	19	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	206	226	504	108	213	239	538	
16:30-16:45	0	8	31	1	11	24	1	6	16	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	106	312	237	714	110	323	254	759	
16:45-17:00	1	12	24	1	12	29	0	4	15	0	0	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	108	420	248	934	111	434	260	986	
17:00-17:15	1	9	19	1	11	31	1	9	20	0	0	6	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	110	426	258	969	114	443	272	1025	
17:15-17:30	0	9	28	0	9	32	0	11	24	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115	439	265	1009	116	451	276	1062	
17:30-17:45	1	9	21	1	10	19	0	12	31	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	114	447	274	1046	121	462	291	1099	
17:45-18:00	1	11	41	0	12	23	2	9	23	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123	462	280	1078	123	474	295	1134	
18:00-18:15	1	11	23	2	14	44	0	8	25	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	132	484	301	1121	137	496	315	1176	
18:15-18:30	2	15	24	1	7	34	0	7	32	0	0	8	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	132	501	310	1165	137	518	328	1228	
18:30-18:45	1	7	36	1	10	30	1	5	28	0	2	7	0	0	1	0	0	0	0	4	0	1	0	134	521	319	1210	146	543	342	1279	
18:45-19:00	1	11	31	1	7	31	1	5	40	0	2	7	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	141	539	332	1261	149	569	352	1337	
19:00-19:15	1	12	25	2	10	22	1	5	19	0	1	8	0	0	11	0	0	0	0	5	9	0	0	133	540	332	1292	172	604	384	1405	
19:15-19:30	1	8	19	1	5	14	2	6	12	0	2	10	0	4	14	0	0	2	0	5	7	0	0	118	526	296	1278	176	643	407	1484	
19:30-19:45	3	11	30	0	8	8	0	9	14	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	477	269	1229	86	583	283	1425	
19:45-20:00	3	9	22	0	4	18	0	12	29	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	102	438	281	1178	107	540	292	1365	
H.P A.M	1	9	46	0	0	34	0	9	46	0	3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	3736		8816		4016		9465		
H.P P.M	1	8	19	1	5	14	2	6	12	0	2	10	0	4	14	0	0	2	0	5	7	0	0	6								

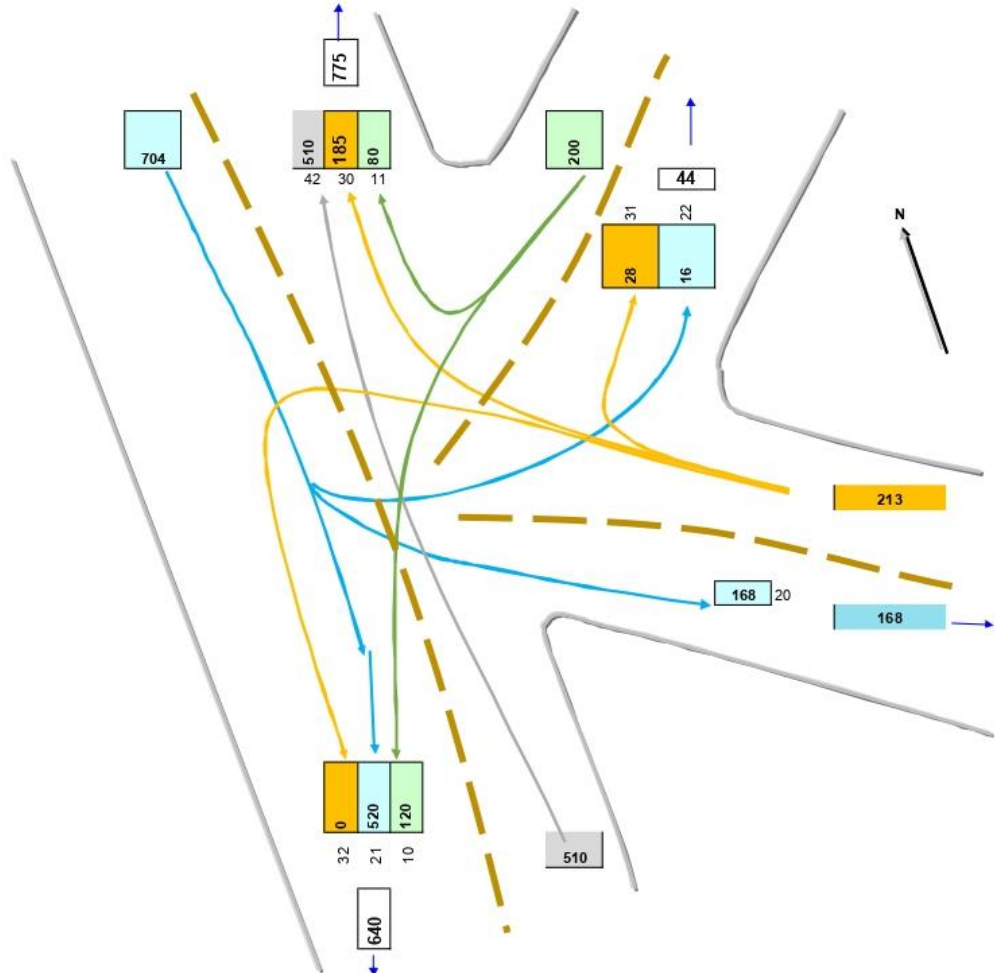
Estación E-04: Flujos vehiculares direccionales



FLUJOGRAMA FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

INTERSECCION: Carretera PE-34A - Av. 54
 FECHA: 8/07/2021
 HORA: 6:30 A 7:30
 TURNO: Tarde

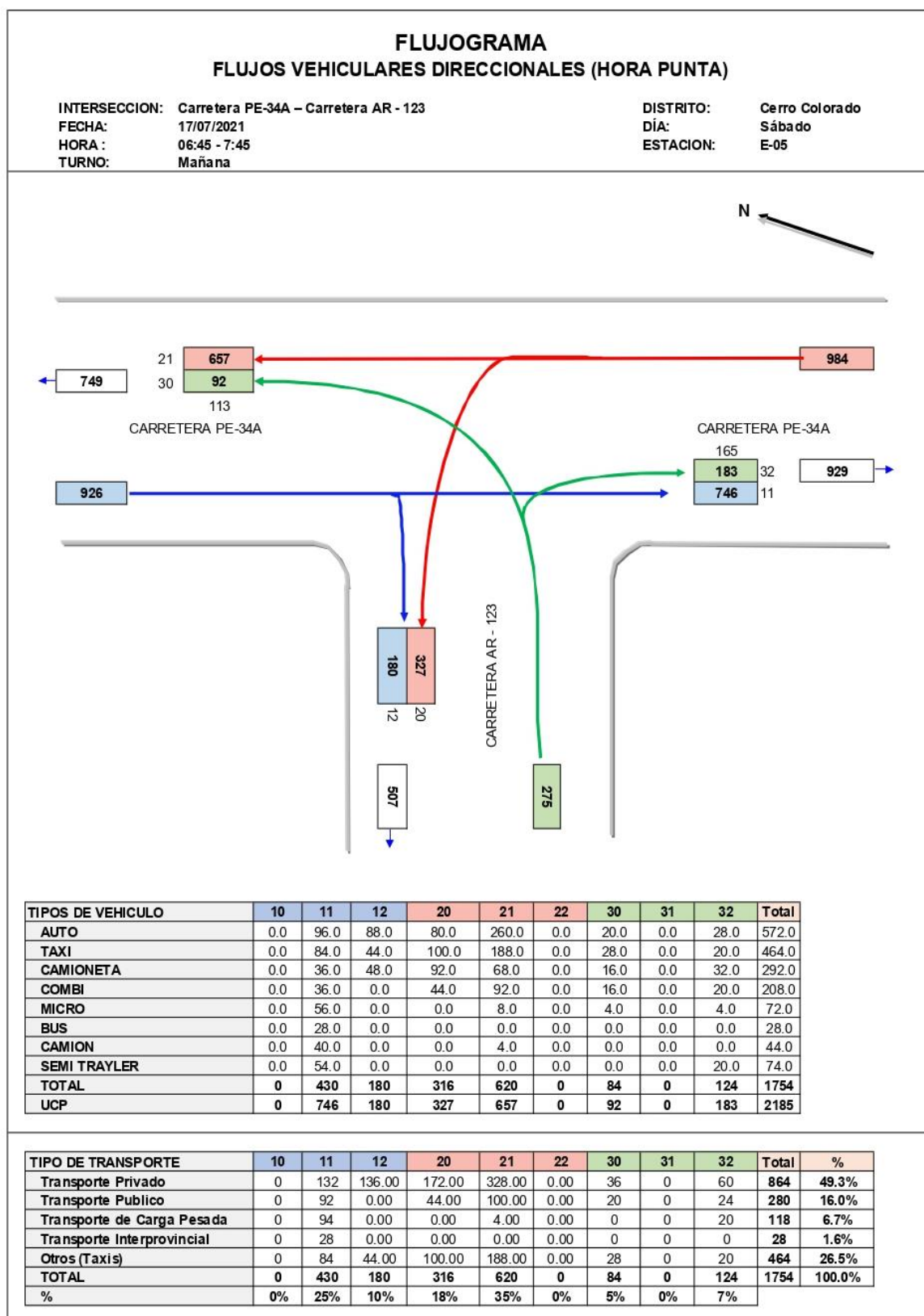
DISTRITO: Cerro Colorado
 DÍA: Jueves
 ESTACION: E-04



TIPOS DE VEHICULO	10	11	22	20	21	32	30	31	42	Total
AUTO	36	12	4	32	76	0	44	4	100	308
TAXI	28	16	4	20	56	0	28	4	76	232
CAMIONETA	16	12	8	24	48	0	36	4	88	236
COMBI	8	16	0	8	40	0	4	0	32	108
MICRO	0	0	0	16	56	0	16	8	44	140
BUS	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8
CAMION	12	8	0	20	28	0	16	0	36	120
SEMI TRAYLER	0	0	0	0	24	0	0	0	8	32
TOTAL	100	64	16	120	336	0	144	20	384	1184
UCP	120	80	16	168	520	0	185	28	510	1627

TIPOS DE TRANSPORTE	10	11	22	20	21	32	30	31	42	Total	%
Transporte Privado	52	24	12	56	124	0	80	8	188	544	45.9%
Transporte Publico	8	16	0	24	96	0	20	8	76	248	20.9%
Transporte de Carga Pesada	12	8	0	20	52	0	16	0	44	152	12.8%
Transporte Interprovincial	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8	0.7%
Otros (Taxis)	28	16	4	20	56	0	28	4	76	232	19.6%
TOTAL	100	64	16	120	336	0	144	20	384	1184	100.0%
%	8%	5%	1%	10%	28%	0%	12%	2%	32%		

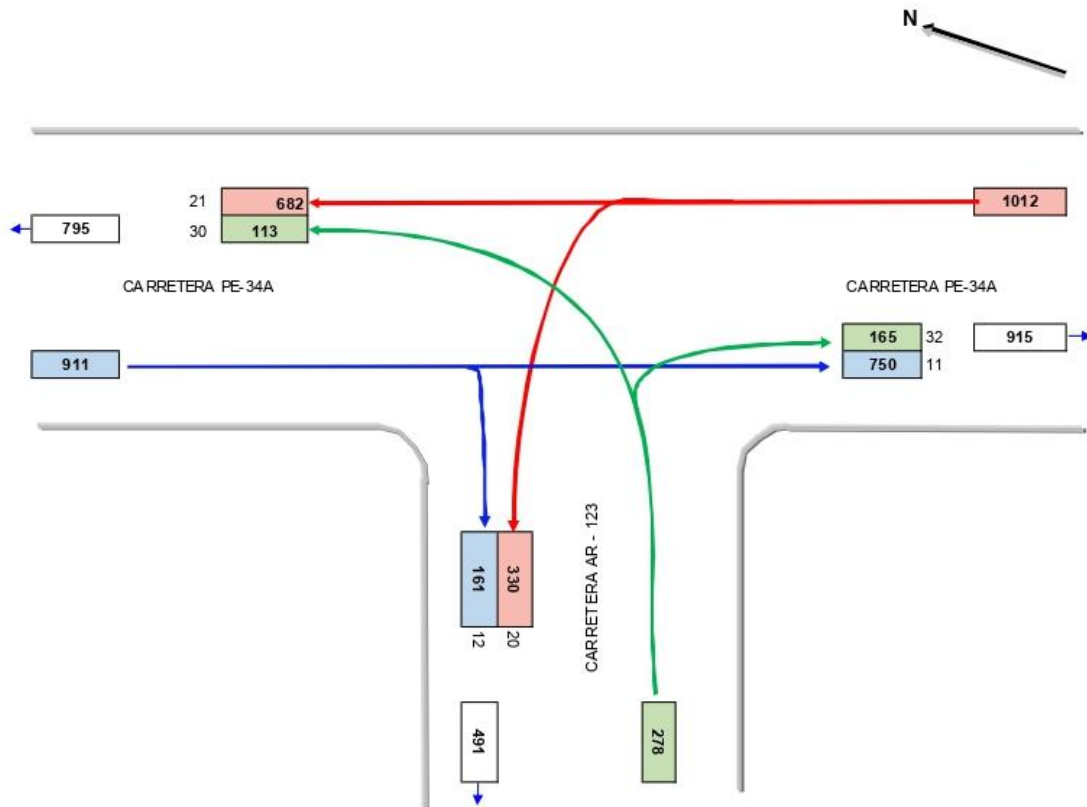
Estación E-05: Flujos vehiculares direccionales



FLUJOGRAMA FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

INTERSECCION: Carretera PE-34A – Carretera AR - 123
FECHA: 17/07/2021
HORA : 19:00 - 20:00
TURNO: Tarde

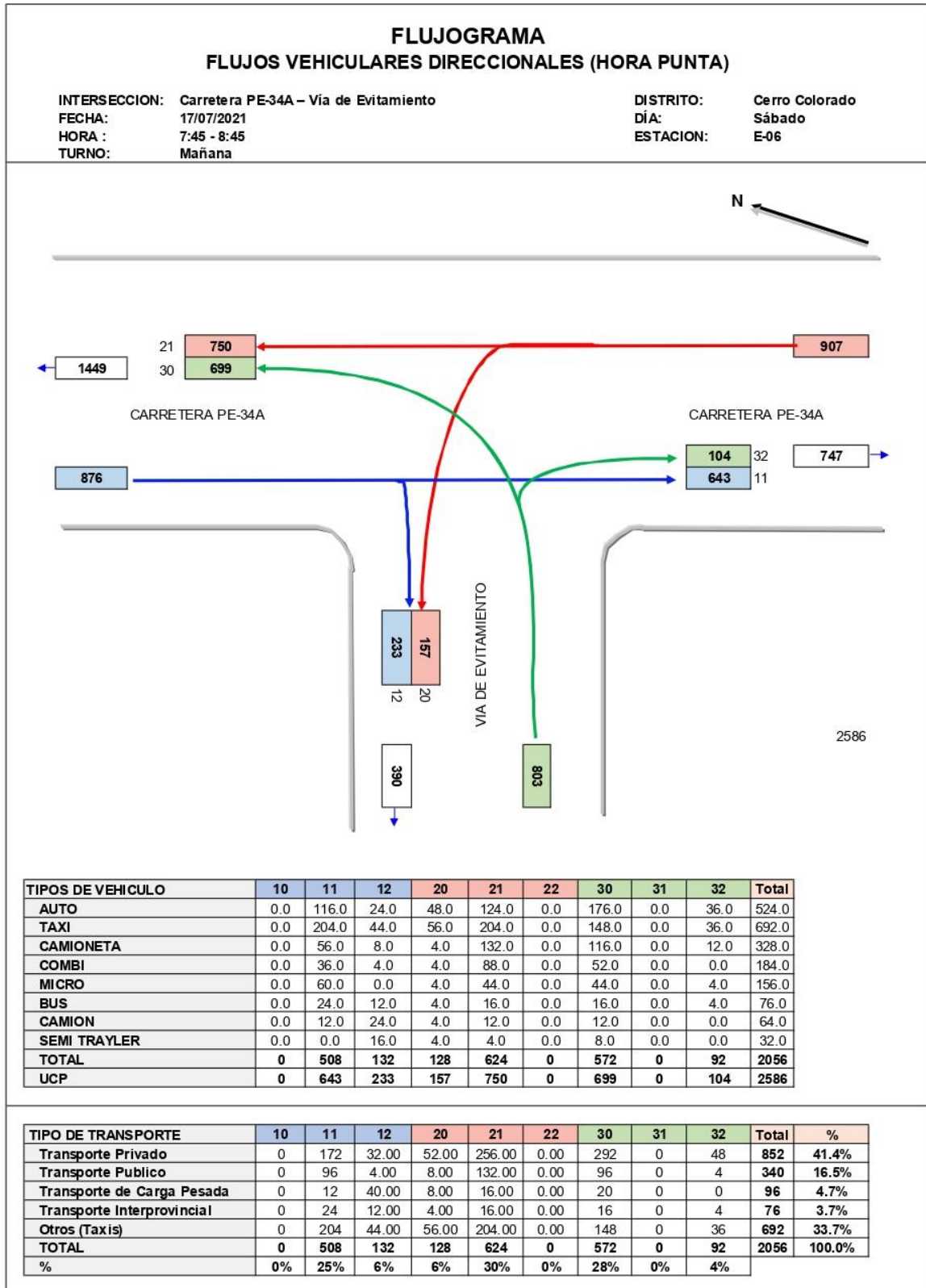
DISTRITO: Cerro Colorado
DÍA: Sábado
ESTACION: E-05



TIPOS DE VEHICULO	10	11	12	20	21	22	30	31	32	Total
AUTO	0.0	80.0	36.0	52.0	128.0	0.0	24.0	0.0	32.0	352.0
TAXI	0.0	44.0	20.0	44.0	92.0	0.0	20.0	0.0	32.0	252.0
CAMIONETA	0.0	68.0	20.0	48.0	112.0	0.0	28.0	0.0	48.0	324.0
COMBI	0.0	48.0	4.0	16.0	24.0	0.0	4.0	0.0	20.0	116.0
MICRO	0.0	56.0	12.0	20.0	32.0	0.0	8.0	0.0	4.0	132.0
BUS	0.0	32.0	4.0	8.0	32.0	0.0	0.0	0.0	0.0	76.0
CAMION	0.0	60.0	12.0	24.0	36.0	0.0	8.0	0.0	8.0	148.0
SEMI TRAYLER	0.0	40.0	4.0	12.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	76.0
TOTAL	0	428	112	224	476	0	92	0	144	1476
UCP	0	750	161	330	682	0	113	0	165	2201

TIPO DE TRANSPORTE	10	11	12	20	21	22	30	31	32	Total	%
Transporte Privado	0	148	56.00	100.00	240.00	0.00	52	0	80	676	45.8%
Transporte Publico	0	104	16.00	36.00	56.00	0.00	12	0	24	248	16.8%
Transporte de Carga Pesada	0	100	16.00	36.00	56.00	0.00	8	0	8	224	15.2%
Transporte Interprovincial	0	32	4.00	8.00	32.00	0.00	0	0	0	76	5.1%
Otros (Taxis)	0	44	20.00	44.00	92.00	0.00	20	0	32	252	17.1%
TOTAL	0	428	112	224	476	0	92	0	144	1476	100.0%
%	0%	29%	8%	15%	32%	0%	6%	0%	10%		

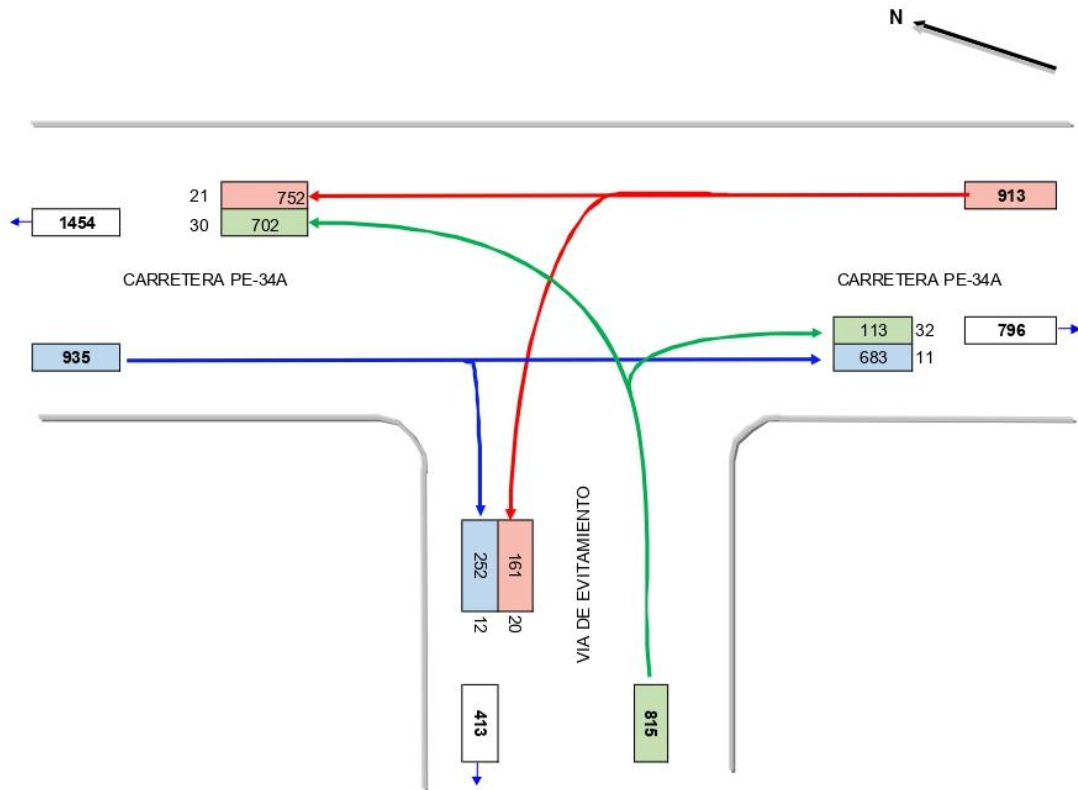
Estación E-06: Flujos vehiculares direccionales



FLUJOGRAMA FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

INTERSECCION: Carretera PE-34A – Vía de Evitamiento
 FECHA: 17/07/2021
 HORA : 6:30 - 7:30
 TURNO: Tarde

DISTRITO: Cerro Colorado
 DÍA: Sábado
 ESTACION: E-06



TIPOS DE VEHICULO	10	11	12	20	21	22	30	31	32	Total
AUTO	0.0	152.0	32.0	16.0	96.0	0.0	124.0	0.0	48.0	468.0
TAXI	0.0	204.0	60.0	40.0	180.0	0.0	168.0	0.0	36.0	688.0
CAMIONETA	0.0	44.0	8.0	8.0	108.0	0.0	128.0	0.0	4.0	300.0
COMBI	0.0	60.0	0.0	12.0	80.0	0.0	64.0	0.0	4.0	220.0
MICRO	0.0	60.0	0.0	4.0	60.0	0.0	48.0	0.0	4.0	176.0
BUS	0.0	16.0	12.0	4.0	28.0	0.0	16.0	0.0	4.0	80.0
CAMION	0.0	16.0	24.0	8.0	20.0	0.0	12.0	0.0	0.0	80.0
SEMI TRAYLER	0.0	0.0	16.0	12.0	4.0	0.0	8.0	0.0	0.0	40.0
TOTAL	0	552	152	104	576	0	568	0	100	2052
UCP	0	683	252	161	752	0	702	0	113	2663

TIPO DE TRANSPORTE	10	11	12	20	21	22	30	31	32	Total	%
Transporte Privado	0	196	40.00	24.00	204.00	0.00	252	0	52	768	37.4%
Transporte Publico	0	120	0.00	16.00	140.00	0.00	112	0	8	396	19.3%
Transporte de Carga Pesada	0	16	40.00	20.00	24.00	0.00	20	0	0	120	5.8%
Transporte Interprovincial	0	16	12.00	4.00	28.00	0.00	16	0	4	80	3.9%
Otros (Taxis)	0	204	60.00	40.00	180.00	0.00	168	0	36	688	33.5%
TOTAL	0	552	152	104	576	0	568	0	100	2052	100.0%
%	0%	27%	7%	5%	28%	0%	28%	0%	5%		

Anexo 3. Resultados de modelación para cada escenario










Cuadros de resultados: Escenario actual sin proyecto (año 0)

Estación E-01

Lanes, Volumes, Timings

20: AV. LAS TORRES & CARRETERA PE-34A

08/15/2021











						
Lane Group	NBL	NBR	SET	SER	NWL	NWT
Lane Configurations						
Traffic Volume (vph)	43	33	565	34	0	489
Future Volume (vph)	43	33	565	34	0	489
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt	0.941		0.992			
Flt Protected	0.972					
Satd. Flow (prot)	1655	0	1795	0	0	1810
Flt Permitted	0.972					
Satd. Flow (perm)	1655	0	1795	0	0	1810
Link Speed (k/h)	50		50			50
Link Distance (m)	149.5		230.1			817.0
Travel Time (s)	10.8		16.6			58.8
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	47	36	614	37	0	532
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	83	0	651	0	0	532
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Right	Left	Left
Median Width(m)	3.6		0.0			0.0
Link Offset(m)	0.0		0.0			0.0
Crosswalk Width(m)	4.8		4.8			4.8
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25	15		15	25	
Sign Control	Stop		Free			Free
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	42.9%			ICU Level of Service A		
Analysis Period (min)	15					

Estación E-02

Lanes, Volumes, Timings

23: CAL. MUNICIPAL & CARRETERA PE-34A

08/15/2021

						
Lane Group	SET	SER	NWL	NWT	NEL	NER
Lane Configurations						
Traffic Volume (vph)	662	16	47	566	34	57
Future Volume (vph)	662	16	47	566	34	57
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt	0.997			0.915		
Flt Protected				0.996	0.982	
Satd. Flow (prot)	1804	0	0	1802	1626	0
Flt Permitted				0.996	0.982	
Satd. Flow (perm)	1804	0	0	1802	1626	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	817.0			499.6	240.3	
Travel Time (s)	58.8			36.0	17.3	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	720	17	51	615	37	62
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	737	0	0	666	99	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	0.0			0.0	3.6	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	15		25	25		15
Sign Control	Free			Free	Stop	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	80.7%			ICU Level of Service D		
Analysis Period (min)	15					

Estación E-03

Lanes, Volumes, Timings

32: CAL. 12 & CARRETERA PE-34A

08/15/2021

Lane Group	SET	SER	NWL	NWT	NEL	NER
Lane Configurations						
Traffic Volume (vph)	807	22	35	772	35	51
Future Volume (vph)	807	22	35	772	35	51
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt	0.996				0.920	
Flt Protected				0.998	0.980	
Satd. Flow (prot)	1802	0	0	1806	1631	0
Flt Permitted				0.998	0.980	
Satd. Flow (perm)	1802	0	0	1806	1631	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	794.1			457.8	235.9	
Travel Time (s)	57.2			33.0	17.0	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	877	24	38	839	38	55
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	901	0	0	877	93	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	0.0			0.0	3.6	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)		15	25		25	15
Sign Control	Free			Free	Stop	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	80.8%			ICU Level of Service D		
Analysis Period (min)	15					

Estación E-04

Lanes, Volumes, Timings

14: CARRETERA PE-34A & AV. 54 & CAL. 5

08/15/2021

Lane Group	WBL	WBR	WBR2	NBT	NBR	SBL2	SBL	SBT	SWL	SWR
Lane Configurations										
Traffic Volume (vph)	0	185	28	510	0	16	168	520	120	80
Future Volume (vph)	0	185	28	510	0	16	168	520	120	80
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frts	0.865								0.946	
Flt Protected								0.987	0.971	
Satd. Flow (prot)	1565	0	0	1810	0	0	0	1786	1662	0
Flt Permitted								0.528	0.971	
Satd. Flow (perm)	1565	0	0	1810	0	0	0	955	1662	0
Right Turn on Red		Yes								Yes
Satd. Flow (RTOR)	51								51	
Link Speed (k/h)	50			50				50	50	
Link Distance (m)	276.6			563.0				714.4	181.3	
Travel Time (s)	19.9			40.5				51.4	13.1	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	0	201	30	554	0	17	183	565	130	87
Shared Lane Traffic (%)										
Lane Group Flow (vph)	231	0	0	554	0	0	0	765	217	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Right	Left	Right	Left	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	3.6			0.0				0.0	3.6	
Link Offset(m)	0.0			0.0				0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8				4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane										
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25	15	15		15	25	25		25	15
Turn Type	Prot			NA		Perm	Perm	NA	Prot	
Protected Phases	8			2				6	7	
Permitted Phases						6	6			
Minimum Split (s)	22.5			22.5		22.5	22.5	22.5	22.5	
Total Split (s)	24.0			64.0		64.0	64.0	64.0	19.0	
Total Split (%)	22.4%			59.8%		59.8%	59.8%	59.8%	17.8%	
Maximum Green (s)	20.0			60.0		60.0	60.0	60.0	15.0	
Yellow Time (s)	3.0			3.0		3.0	3.0	3.0	3.0	
All-Red Time (s)	1.0			1.0		1.0	1.0	1.0	1.0	
Lost Time Adjust (s)	0.0			0.0				0.0	0.0	
Total Lost Time (s)	4.0			4.0				4.0	4.0	
Lead/Lag	Lag								Lead	
Lead-Lag Optimize?	Yes								Yes	
Walk Time (s)	7.0			7.0		7.0	7.0	7.0	7.0	
Flash Dont Walk (s)	11.0			11.0		11.0	11.0	11.0	11.0	
Pedestrian Calls (#/hr)	0			0		0	0	0	0	
Act Effct Green (s)	20.0			60.0				60.0	15.0	
Actuated g/C Ratio	0.19			0.56				0.56	0.14	
v/c Ratio	0.69			0.55				1.43	0.79	
Control Delay	43.5			17.4				228.2	54.7	
Queue Delay	0.0			0.0				0.0	0.0	
Total Delay	43.5			17.4				228.2	54.7	
LOS	D			B				F	D	
Approach Delay	43.5			17.4				228.2	54.7	
Approach LOS	D			B				F	D	
Stops (vph)	155			312				525	139	

Estación E-04

Lanes, Volumes, Timings

14: CARRETERA PE-34A & AV. 54 & CAL. 5

08/15/2021



Lane Group	WBL	WBR	WBR2	NBT	NBR	SBL2	SBL	SBT	SWL	SWR
Fuel Used(l)	16			41				331	15	
CO Emissions (g/hr)	301			765				6151	279	
NOx Emissions (g/hr)	58			148				1187	54	
VOC Emissions (g/hr)	70			176				1419	64	
Dilemma Vehicles (#)	0			0				0	0	
Queue Length 50th (m)	37.2			72.8				-227.8	35.7	
Queue Length 95th (m)	#66.3			104.3				#301.5	#74.1	
Internal Link Dist (m)	252.6			539.0				690.4	157.3	
Turn Bay Length (m)										
Base Capacity (vph)	333			1014				535	276	
Starvation Cap Reductn	0			0				0	0	
Spillback Cap Reductn	0			0				0	0	
Storage Cap Reductn	0			0				0	0	
Reduced v/c Ratio	0.69			0.55				1.43	0.79	

Intersection Summary

Area Type: Other

Cycle Length: 107

Actuated Cycle Length: 107

Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2:NBT, Start of Green

Natural Cycle: 150

Control Type: Pretimed

Maximum v/c Ratio: 1.43

Intersection Signal Delay: 116.6

Intersection LOS: F

Intersection Capacity Utilization 102.5%

ICU Level of Service G

Analysis Period (min) 15

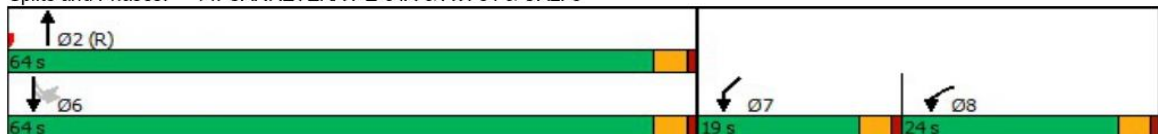
~ Volume exceeds capacity, queue is theoretically infinite.

Queue shown is maximum after two cycles.

95th percentile volume exceeds capacity, queue may be longer.

Queue shown is maximum after two cycles.

Splits and Phases: 14: CARRETERA PE-34A & AV. 54 & CAL. 5












Estación E-05

Lanes, Volumes, Timings

11: CARRETERA PE-34A & CARRETERA AR-123

08/15/2021

						
Lane Group	EBL	EBR	NBL	NBT	SBT	SBR
Lane Configurations						
Traffic Volume (vph)	113	165	330	682	750	161
Future Volume (vph)	113	165	330	682	750	161
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt	0.920				0.976	
Flt Protected	0.980			0.984		
Satd. Flow (prot)	1631	0	0	1781	1766	0
Flt Permitted	0.980			0.984		
Satd. Flow (perm)	1631	0	0	1781	1766	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	230.0			788.7	563.0	
Travel Time (s)	16.6			56.8	40.5	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	123	179	359	741	815	175
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	302	0	0	1100	990	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	3.6			0.0	0.0	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25	15	25			15
Sign Control	Stop			Free	Free	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	129.8%			ICU Level of Service H		
Analysis Period (min)	15					

Estación E-06

Lanes, Volumes, Timings

2: VIA DE EVITAMIENTO & CARRETERA PE-34A/AV. AVIACION

08/15/2021

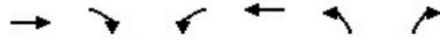
	→	↘	↙	←	↖	↗
Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Lane Configurations	↑↑			↑↑	↘↗	
Traffic Volume (vph)	683	252	161	752	702	113
Future Volume (vph)	683	252	161	752	702	113
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	0.95	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00
Frts	0.960				0.981	
Flt Protected				0.991	0.959	
Satd. Flow (prot)	3301	0	0	3407	1702	0
Flt Permitted				0.991	0.959	
Satd. Flow (perm)	3301	0	0	3407	1702	0
Right Turn on Red		Yes				Yes
Satd. Flow (RTOR)	46				7	
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	364.3			234.4	324.4	
Travel Time (s)	26.2			16.9	23.4	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	742	274	175	817	763	123
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	1016	0	0	992	886	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	4.0			5.0	3.6	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)		15	25		25	15
Turn Type	NA		Split	NA	Prot	
Protected Phases	4		8	8	2	
Permitted Phases						
Minimum Split (s)	22.5		22.5	22.5	22.5	
Total Split (s)	33.0		47.0	47.0	33.0	
Total Split (%)	29.2%		41.6%	41.6%	29.2%	
Maximum Green (s)	30.0		44.0	44.0	30.0	
Yellow Time (s)	2.0		2.0	2.0	2.0	
All-Red Time (s)	1.0		1.0	1.0	1.0	
Lost Time Adjust (s)	0.0			0.0	0.0	
Total Lost Time (s)	3.0			3.0	3.0	
Lead/Lag						
Lead-Lag Optimize?						
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	
Act Effct Green (s)	30.0			44.0	30.0	
Actuated g/C Ratio	0.27			0.39	0.27	
v/c Ratio	1.12			0.75	1.94	
Control Delay	104.5			34.0	456.3	
Queue Delay	0.0			0.0	0.0	
Total Delay	104.5			34.0	456.3	
LOS	F			C	F	
Approach Delay	104.5			34.0	456.3	
Approach LOS	F			C	F	
Stops (vph)	773			766	545	

Estación E-06

Lanes, Volumes, Timings

2: VIA DE EVITAMIENTO & CARRETERA PE-34A/AV. AVIACION

08/15/2021



Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Fuel Used(l)	154			61	323	
CO Emissions (g/hr)	2860			1142	6017	
NOx Emissions (g/hr)	552			220	1161	
VOC Emissions (g/hr)	660			263	1388	
Dilemma Vehicles (#)	0			0	0	
Queue Length 50th (m)	~139.1			103.2	~321.2	
Queue Length 95th (m)	#181.9			128.8	#400.1	
Internal Link Dist (m)	340.3			210.4	300.4	
Turn Bay Length (m)						
Base Capacity (vph)	910			1326	457	
Starvation Cap Reductn	0			0	0	
Spillback Cap Reductn	0			0	0	
Storage Cap Reductn	0			0	0	
Reduced v/c Ratio	1.12			0.75	1.94	

Intersection Summary

Area Type: Other

Cycle Length: 113

Actuated Cycle Length: 113

Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2:NBL and 6:, Start of Green

Natural Cycle: 75

Control Type: Pretimed

Maximum v/c Ratio: 1.94

Intersection Signal Delay: 188.1

Intersection LOS: F

Intersection Capacity Utilization 108.2%

ICU Level of Service G

Analysis Period (min) 15

~ Volume exceeds capacity, queue is theoretically infinite.

Queue shown is maximum after two cycles.

95th percentile volume exceeds capacity, queue may be longer.

Queue shown is maximum after two cycles.

Splits and Phases: 2: VIA DE EVITAMIENTO & CARRETERA PE-34A/AV. AVIACION












Cuadros de resultados: Escenario futuro sin proyecto (año 10)

Estación E-01

Lanes, Volumes, Timings

20: AV. LAS TORRES & CARRETERA PE-34A










08/15/2021

						
Lane Group	NBL	NBR	SET	SER	NWL	NWT
Lane Configurations						
Traffic Volume (vph)	43	33	565	34	0	489
Future Volume (vph)	43	33	565	34	0	489
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt	0.941		0.992			
Flt Protected	0.973					
Satd. Flow (prot)	1657	0	1795	0	0	1810
Flt Permitted	0.973					
Satd. Flow (perm)	1657	0	1795	0	0	1810
Link Speed (k/h)	50		50			50
Link Distance (m)	149.5		230.1			817.0
Travel Time (s)	10.8		16.6			58.8
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	114%	114%	114%	114%	114%	114%
Adj. Flow (vph)	53	41	700	42	0	606
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	94	0	742	0	0	606
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Right	Left	Left
Median Width(m)	3.6		0.0			0.0
Link Offset(m)	0.0		0.0			0.0
Crosswalk Width(m)	4.8		4.8			4.8
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25	15		15	25	
Sign Control	Stop		Free			Free
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	47.9%			ICU Level of Service A		
Analysis Period (min)	15					

Estación E-02

Lanes, Volumes, Timings
23: CAL. MUNICIPAL & CARRETERA PE-34A

08/15/2021

						
Lane Group	SET	SER	NWL	NWT	NEL	NER
Lane Configurations						
Traffic Volume (vph)	663	15	48	565	35	57
Future Volume (vph)	663	15	48	565	35	57
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fr't	0.997			0.916		
Flt Protected				0.996	0.981	
Satd. Flow (prot)	1804	0	0	1802	1626	0
Flt Permitted				0.996	0.981	
Satd. Flow (perm)	1804	0	0	1802	1626	0
Link Speed (k/h)	50			50		
Link Distance (m)	817.0			499.6	240.3	
Travel Time (s)	58.8			36.0	17.3	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	114%	114%	114%	114%	114%	114%
Adj. Flow (vph)	822	19	59	700	43	71
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	841	0	0	759	114	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	0.0			0.0	3.6	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	15			25	25	
Sign Control	Free			Free	Stop	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	92.0%			ICU Level of Service F		
Analysis Period (min)	15					

Estación E-03

Lanes, Volumes, Timings

32: CAL. 12 & CARRETERA PE-34A

08/15/2021
















Lane Group	SET	SER	NWL	NWT	NEL	NER
Lane Configurations						
Traffic Volume (vph)	807	22	35	772	35	51
Future Volume (vph)	807	22	35	772	35	51
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fr't	0.996				0.920	
Flt Protected				0.998	0.980	
Satd. Flow (prot)	1802	0	0	1806	1631	0
Flt Permitted				0.998	0.980	
Satd. Flow (perm)	1802	0	0	1806	1631	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	794.1			457.8	235.9	
Travel Time (s)	57.2			33.0	17.0	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	114%	114%	114%	114%	114%	114%
Adj. Flow (vph)	1000	27	43	957	43	63
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	1027	0	0	1000	106	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	0.0			0.0	3.6	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)		15	25		25	15
Sign Control	Free			Free	Stop	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	91.2%			ICU Level of Service F		
Analysis Period (min)	15					

Estación E-04

Lanes, Volumes, Timings

14: CARRETERA PE-34A & AV. 54 & CAL. 5

08/15/2021

										
Lane Group	WBL	WBR	WBR2	NBT	NBR	SBL2	SBL	SBT	SWL	SWR
Lane Configurations										
Traffic Volume (vph)	0	185	28	510	0	16	168	520	120	80
Future Volume (vph)	0	185	28	510	0	16	168	520	120	80
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt	0.865								0.946	
Fit Protected								0.987	0.971	
Satd. Flow (prot)	1565	0	0	1810	0	0	0	1786	1662	0
Fit Permitted								0.452	0.971	
Satd. Flow (perm)	1565	0	0	1810	0	0	0	818	1662	0
Right Turn on Red			Yes							Yes
Satd. Flow (RTOR)	51								51	
Link Speed (k/h)	50			50				50	50	
Link Distance (m)	276.6			563.0				714.4	181.3	
Travel Time (s)	19.9			40.5				51.4	13.1	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	114%	114%	114%	114%	114%	114%	114%	114%	114%	114%
Adj. Flow (vph)	0	229	35	632	0	20	208	644	149	99
Shared Lane Traffic (%)										
Lane Group Flow (vph)	264	0	0	632	0	0	0	872	248	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Right	Left	Right	Left	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	3.6			0.0				0.0	3.6	
Link Offset(m)	0.0			0.0				0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8				4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane										
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25	15	15		15	25	25		25	15
Turn Type	Prot			NA		Perm	Perm	NA	Prot	
Protected Phases	8			2				6	7	
Permitted Phases						6	6			
Minimum Split (s)	22.5			22.5		22.5	22.5	22.5	22.5	
Total Split (s)	24.0			64.0		64.0	64.0	64.0	19.0	
Total Split (%)	22.4%			59.8%		59.8%	59.8%	59.8%	17.8%	
Maximum Green (s)	20.0			60.0		60.0	60.0	60.0	15.0	
Yellow Time (s)	3.0			3.0		3.0	3.0	3.0	3.0	
All-Red Time (s)	1.0			1.0		1.0	1.0	1.0	1.0	
Lost Time Adjust (s)	0.0			0.0				0.0	0.0	
Total Lost Time (s)	4.0			4.0				4.0	4.0	
Lead/Lag	Lag								Lead	
Lead-Lag Optimize?	Yes								Yes	
Walk Time (s)	7.0			7.0		7.0	7.0	7.0	7.0	
Flash Dont Walk (s)	11.0			11.0		11.0	11.0	11.0	11.0	
Pedestrian Calls (#/hr)	0			0		0	0	0	0	
Act Effct Green (s)	20.0			60.0				60.0	15.0	
Actuated g/C Ratio	0.19			0.56				0.56	0.14	
v/c Ratio	0.79			0.62				1.90	0.90	
Control Delay	51.7			19.3				436.3	70.4	
Queue Delay	0.0			0.0				0.0	0.0	
Total Delay	51.7			19.3				436.3	70.4	
LOS	D			B				F	E	
Approach Delay	51.7			19.3				436.3	70.4	
Approach LOS	D			B				F	E	

Estación E-04

Lanes, Volumes, Timings

14: CARRETERA PE-34A & AV. 54 & CAL. 5

08/15/2021



Lane Group	WBL	WBR	WBR2	NBT	NBR	SBL2	SBL	SBT	SWL	SWR
Stops (vph)	179			382				537	159	
Fuel Used(l)	20			48				504	20	
CO Emissions (g/hr)	373			898				9371	369	
NOx Emissions (g/hr)	72			173				1809	71	
VOC Emissions (g/hr)	86			207				2161	85	
Dilemma Vehicles (#)	0			0				0	0	
Queue Length 50th (m)	45.3			88.6				~196.1	43.5	
Queue Length 95th (m)	#86.7			126.2				#274.0	#90.9	
Internal Link Dist (m)	252.6			539.0				690.4	157.3	
Turn Bay Length (m)										
Base Capacity (vph)	333			1014				458	276	
Starvation Cap Reductn	0			0				0	0	
Spillback Cap Reductn	0			0				0	0	
Storage Cap Reductn	0			0				0	0	
Reduced v/c Ratio	0.79			0.62				1.90	0.90	

Intersection Summary

Area Type: Other

Cycle Length: 107

Actuated Cycle Length: 107

Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2:NBT, Start of Green

Natural Cycle: 150

Control Type: Pretimed

Maximum v/c Ratio: 1.90

Intersection Signal Delay: 210.2

Intersection LOS: F

Intersection Capacity Utilization 114.9%

ICU Level of Service H

Analysis Period (min) 15

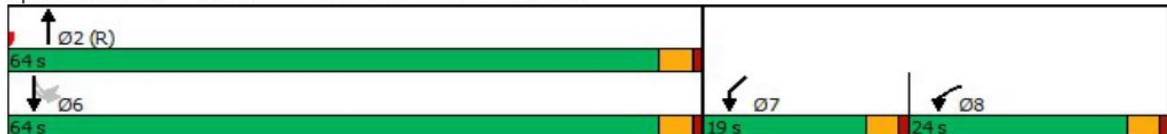
~ Volume exceeds capacity, queue is theoretically infinite.

Queue shown is maximum after two cycles.

95th percentile volume exceeds capacity, queue may be longer.

Queue shown is maximum after two cycles.

Splits and Phases: 14: CARRETERA PE-34A & AV. 54 & CAL. 5












Estación E-05

Lanes, Volumes, Timings

11: CARRETERA PE-34A & CARRETERA AR-123

08/15/2021

						
Lane Group	EBL	EBR	NBL	NBT	SBT	SBR
Lane Configurations						
Traffic Volume (vph)	113	165	330	682	750	161
Future Volume (vph)	113	165	330	682	750	161
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt	0.920			0.976		
Flt Protected	0.980			0.984		
Satd. Flow (prot)	1631	0	0	1781	1766	0
Flt Permitted	0.980			0.984		
Satd. Flow (perm)	1631	0	0	1781	1766	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	230.0			788.7	563.0	
Travel Time (s)	16.6			56.8	40.5	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	114%	114%	114%	114%	114%	114%
Adj. Flow (vph)	140	204	409	845	929	200
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	344	0	0	1254	1129	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	3.6			0.0	0.0	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25	15	25			15
Sign Control	Stop			Free	Free	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	146.6%			ICU Level of Service H		
Analysis Period (min)	15					

Estación E-06

Lanes, Volumes, Timings

2: VIA DE EVITAMIENTO & CARRETERA PE-34A/AV. AVIACION

08/15/2021

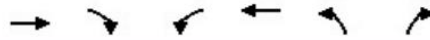
	→	↘	↙	←	↖	↗
Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Lane Configurations	↑↑			↑↑	↘↙	
Traffic Volume (vph)	683	252	161	752	702	113
Future Volume (vph)	683	252	161	752	702	113
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	0.95	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00
Fr't	0.960				0.981	
Flt Protected				0.991	0.959	
Satd. Flow (prot)	3301	0	0	3407	1702	0
Flt Permitted				0.991	0.959	
Satd. Flow (perm)	3301	0	0	3407	1702	0
Right Turn on Red		Yes				Yes
Satd. Flow (RTOR)	46				7	
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	364.3			234.4	324.4	
Travel Time (s)	26.2			16.9	23.4	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	114%	114%	114%	114%	114%	114%
Adj. Flow (vph)	846	312	200	932	870	140
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	1158	0	0	1132	1010	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	4.0			5.0	3.6	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)		15	25		25	15
Turn Type	NA		Split	NA	Prot	
Protected Phases	4		8	8	2	
Permitted Phases						
Minimum Split (s)	22.5		22.5	22.5	22.5	
Total Split (s)	33.0		47.0	47.0	33.0	
Total Split (%)	29.2%		41.6%	41.6%	29.2%	
Maximum Green (s)	30.0		44.0	44.0	30.0	
Yellow Time (s)	2.0		2.0	2.0	2.0	
All-Red Time (s)	1.0		1.0	1.0	1.0	
Lost Time Adjust (s)	0.0			0.0	0.0	
Total Lost Time (s)	3.0			3.0	3.0	
Lead/Lag						
Lead-Lag Optimize?						
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	
Act Effct Green (s)	30.0			44.0	30.0	
Actuated g/C Ratio	0.27			0.39	0.27	
v/c Ratio	1.27			0.85	2.21	
Control Delay	165.7			39.2	574.9	
Queue Delay	0.0			0.0	0.0	
Total Delay	165.7			39.2	574.9	
LOS	F			D	F	
Approach Delay	165.7			39.2	574.9	
Approach LOS	F			D	F	

Estación E-06

Lanes, Volumes, Timings

2: VIA DE EVITAMIENTO & CARRETERA PE-34A/AV. AVIACION

08/15/2021



Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Stops (vph)	834			915	610	
Fuel Used(l)	224			75	453	
CO Emissions (g/hr)	4170			1397	8431	
NOx Emissions (g/hr)	805			270	1627	
VOC Emissions (g/hr)	962			322	1945	
Dilemma Vehicles (#)	0			0	0	
Queue Length 50th (m)	~176.0			125.0	~382.4	
Queue Length 95th (m)	#219.8			154.8	#463.8	
Internal Link Dist (m)	340.3			210.4	300.4	
Turn Bay Length (m)						
Base Capacity (vph)	910			1326	457	
Starvation Cap Reductn	0			0	0	
Spillback Cap Reductn	0			0	0	
Storage Cap Reductn	0			0	0	
Reduced v/c Ratio	1.27			0.85	2.21	

Intersection Summary

Area Type: Other

Cycle Length: 113

Actuated Cycle Length: 113

Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2:NBL and 6:, Start of Green

Natural Cycle: 130

Control Type: Pretimed

Maximum v/c Ratio: 2.21

Intersection Signal Delay: 247.5

Intersection LOS: F

Intersection Capacity Utilization 121.9%

ICU Level of Service H

Analysis Period (min) 15

~ Volume exceeds capacity, queue is theoretically infinite.

Queue shown is maximum after two cycles.

95th percentile volume exceeds capacity, queue may be longer.

Queue shown is maximum after two cycles.

Splits and Phases: 2: VIA DE EVITAMIENTO & CARRETERA PE-34A/AV. AVIACION












Cuadros de resultados: Escenario actual con proyecto (año 0)

Estación E-01

Lanes, Volumes, Timings

20: AV. LAS TORRES & CARRETERA PE-34A

08/18/2021










						
Lane Group	NBL	NBR	SET	SER	NWL	NWT
Lane Configurations						
Traffic Volume (vph)	43	33	565	34	0	489
Future Volume (vph)	43	33	565	34	0	489
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Flt	0.941		0.992			
Flt Protected	0.972					
Satd. Flow (prot)	1655	0	1795	0	0	1810
Flt Permitted	0.972					
Satd. Flow (perm)	1655	0	1795	0	0	1810
Link Speed (k/h)	50		50			50
Link Distance (m)	149.5		230.1			817.0
Travel Time (s)	10.8		16.6			58.8
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	47	36	614	37	0	532
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	83	0	651	0	0	532
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Right	Left	Left
Median Width(m)	3.6		0.0			0.0
Link Offset(m)	0.0		0.0			0.0
Crosswalk Width(m)	4.8		4.8			4.8
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25	15		15	25	
Sign Control	Stop		Free			Free
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	42.9%			ICU Level of Service A		
Analysis Period (min)	15					

Estación E-02

Lanes, Volumes, Timings

23: CAL. MUNICIPAL & CARRETERA PE-34A

08/18/2021

						
Lane Group	SET	SER	NWL	NWT	NEL	NER
Lane Configurations						
Traffic Volume (vph)	662	16	47	566	34	57
Future Volume (vph)	662	16	47	566	34	57
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Frt	0.997			0.915		
Flt Protected				0.996	0.982	
Satd. Flow (prot)	1804	0	0	3424	1626	0
Flt Permitted				0.996	0.982	
Satd. Flow (perm)	1804	0	0	3424	1626	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	817.0			499.6	240.3	
Travel Time (s)	58.8			36.0	17.3	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	720	17	51	615	37	62
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	737	0	0	666	99	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	0.0			0.0	3.6	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	15		25	25		15
Sign Control	Free			Free	Stop	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	63.7%			ICU Level of Service B		
Analysis Period (min)	15					

Estación E-03

Lanes, Volumes, Timings

32: CAL. 12 & CARRETERA PE-34A

08/18/2021















	↙	↘	↖	↗	↙	↘
Lane Group	SET	SER	NWL	NWT	NEL	NER
Lane Configurations	↑↑			↑↑	↘	
Traffic Volume (vph)	807	22	35	772	35	51
Future Volume (vph)	807	22	35	772	35	51
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	0.95	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00
Frt	0.996			0.920		
Flt Protected				0.998	0.980	
Satd. Flow (prot)	3424	0	0	3431	1631	0
Flt Permitted				0.998	0.980	
Satd. Flow (perm)	3424	0	0	3431	1631	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	794.1			457.8	235.9	
Travel Time (s)	57.2			33.0	17.0	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	877	24	38	839	38	55
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	901	0	0	877	93	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	0.0			0.0	3.6	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	15		25	25		15
Sign Control	Free			Free	Stop	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	58.8%			ICU Level of Service B		
Analysis Period (min)	15					

Estación E-04

Lanes, Volumes, Timings

14: CARRETERA PE-34A & AV. 54 & CAL. 5

08/18/2021

										
Lane Group	WBL	WBR	WBR2	NBT	NBR	SBL2	SBL	SBT	SWL	SWR
Lane Configurations										
Traffic Volume (vph)	0	185	28	510	0	16	168	520	120	80
Future Volume (vph)	0	185	28	510	0	16	168	520	120	80
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	0.95	1.00	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00
Fr't	0.865								0.946	
Flt Protected								0.987	0.971	
Satd. Flow (prot)	1565	0	0	3438	0	0	0	3393	1662	0
Flt Permitted								0.640	0.971	
Satd. Flow (perm)	1565	0	0	3438	0	0	0	2200	1662	0
Right Turn on Red			Yes							Yes
Satd. Flow (RTOR)	68								68	
Link Speed (k/h)	50			50				50	50	
Link Distance (m)	276.6			563.0				714.4	181.3	
Travel Time (s)	19.9			40.5				51.4	13.1	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	0	201	30	554	0	17	183	565	130	87
Shared Lane Traffic (%)										
Lane Group Flow (vph)	231	0	0	554	0	0	0	765	217	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Right	Left	Right	Left	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	3.6			0.0				0.0	3.6	
Link Offset(m)	0.0			0.0				0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8				4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane										
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25	15	15		15	25	25		25	15
Turn Type	Prot			NA		Perm	Perm	NA	Prot	
Protected Phases	8			2				6	7	
Permitted Phases						6	6			
Minimum Split (s)	22.5			22.5		22.5	22.5	22.5	22.5	
Total Split (s)	22.5			35.0		35.0	35.0	35.0	22.5	
Total Split (%)	28.1%			43.8%		43.8%	43.8%	43.8%	28.1%	
Maximum Green (s)	18.5			31.0		31.0	31.0	31.0	18.5	
Yellow Time (s)	3.0			3.0		3.0	3.0	3.0	3.0	
All-Red Time (s)	1.0			1.0		1.0	1.0	1.0	1.0	
Lost Time Adjust (s)	0.0			0.0				0.0	0.0	
Total Lost Time (s)	4.0			4.0				4.0	4.0	
Lead/Lag	Lag								Lead	
Lead-Lag Optimize?	Yes								Yes	
Walk Time (s)	7.0			7.0		7.0	7.0	7.0	7.0	
Flash Dont Walk (s)	11.0			11.0		11.0	11.0	11.0	11.0	
Pedestrian Calls (#/hr)	0			0		0	0	0	0	
Act Effct Green (s)	18.5			31.0				31.0	18.5	
Actuated g/C Ratio	0.23			0.39				0.39	0.23	
v/c Ratio	0.56			0.42				0.90	0.50	
Control Delay	24.8			19.1				38.7	22.6	
Queue Delay	0.0			0.0				0.0	0.0	
Total Delay	24.8			19.1				38.7	22.6	
LOS	C			B				D	C	
Approach Delay	24.8			19.1				38.7	22.6	
Approach LOS	C			B				D	C	
Stops (vph)	133			355				600	118	

Estación E-04

Lanes, Volumes, Timings

14: CARRETERA PE-34A & AV. 54 & CAL. 5

08/18/2021



Lane Group	WBL	WBR	WBR2	NBT	NBR	SBL2	SBL	SBT	SWL	SWR
Fuel Used(l)	13			43				230	10	
CO Emissions (g/hr)	235			795				4273	178	
NOx Emissions (g/hr)	45			153				825	34	
VOC Emissions (g/hr)	54			183				986	41	
Dilemma Vehicles (#)	0			0				0	0	
Queue Length 50th (m)	22.6			33.2				59.0	20.2	
Queue Length 95th (m)	45.4			46.8				#95.4	41.5	
Internal Link Dist (m)	252.6			539.0				690.4	157.3	
Turn Bay Length (m)										
Base Capacity (vph)	414			1332				852	436	
Starvation Cap Reductn	0			0				0	0	
Spillback Cap Reductn	0			0				0	0	
Storage Cap Reductn	0			0				0	0	
Reduced v/c Ratio	0.56			0.42				0.90	0.50	

Intersection Summary

Area Type: Other

Cycle Length: 80

Actuated Cycle Length: 80

Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2:NBT, Start of Green

Natural Cycle: 80

Control Type: Pretimed

Maximum v/c Ratio: 0.90

Intersection Signal Delay: 28.8

Intersection LOS: C

Intersection Capacity Utilization 71.9%

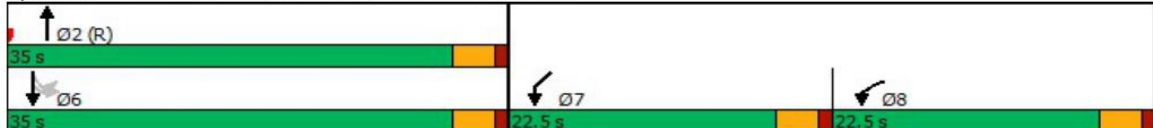
ICU Level of Service C

Analysis Period (min) 15

95th percentile volume exceeds capacity, queue may be longer.

Queue shown is maximum after two cycles.













Splits and Phases: 14: CARRETERA PE-34A & AV. 54 & CAL. 5



Estación E-05

Lanes, Volumes, Timings 11: CARRETERA PE-34A & CARRETERA AR-123

08/18/2021

						
Lane Group	EBL	EBR	NBL	NBT	SBT	SBR
Lane Configurations	 			 	 	
Traffic Volume (vph)	113	165	330	682	750	161
Future Volume (vph)	113	165	330	682	750	161
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Storage Length (m)	0.0	60.0	0.0			0.0
Storage Lanes	2	1	0			0
Taper Length (m)	7.5		7.5			
Lane Util. Factor	0.97	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Frt	0.911				0.973	
Flt Protected	0.980			0.984		
Satd. Flow (prot)	3134	0	0	3383	3345	0
Flt Permitted	0.980			0.984		
Satd. Flow (perm)	3134	0	0	3383	3345	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	230.0			788.7	563.0	
Travel Time (s)	16.6			56.8	40.5	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	123	179	359	741	815	175
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	302	0	0	1100	990	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	7.2			0.0	0.0	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25	15	25			15
Sign Control	Free			Free	Free	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	72.7%			ICU Level of Service C		
Analysis Period (min)	15					

Estación E-06

Lanes, Volumes, Timings

2: VIA DE EVITAMIENTO & CARRETERA PE-34A/AV. AVIACION

08/18/2021

	→	↘	↙	←	↖	↗
Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Lane Configurations	↑↑↑			↑↑↑	↑↑↑	
Traffic Volume (vph)	683	252	161	752	702	113
Future Volume (vph)	683	252	161	752	702	113
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Storage Length (m)		100.0	100.0		0.0	100.0
Storage Lanes		1	1		2	1
Taper Length (m)			7.5		7.5	
Lane Util. Factor	0.91	0.91	0.91	0.91	0.97	0.95
Frt	0.960				0.979	
Flt Protected				0.991	0.959	
Satd. Flow (prot)	4742	0	0	4896	3296	0
Flt Permitted				0.991	0.959	
Satd. Flow (perm)	4742	0	0	4896	3296	0
Right Turn on Red		Yes				Yes
Satd. Flow (RTOR)	132				28	
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	364.3			234.4	324.4	
Travel Time (s)	26.2			16.9	23.4	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	742	274	175	817	763	123
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	1016	0	0	992	886	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	4.0			0.0	7.2	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)		15	25		25	15
Turn Type	NA		Split	NA	Prot	
Protected Phases	4		8	8	2	
Permitted Phases						
Minimum Split (s)	22.5		22.5	22.5	22.5	
Total Split (s)	22.5		22.6	22.6	24.9	
Total Split (%)	32.1%		32.3%	32.3%	35.6%	
Maximum Green (s)	19.5		19.6	19.6	21.9	
Yellow Time (s)	2.0		2.0	2.0	2.0	
All-Red Time (s)	1.0		1.0	1.0	1.0	
Lost Time Adjust (s)	0.0			0.0	0.0	
Total Lost Time (s)	3.0			3.0	3.0	
Lead/Lag						
Lead-Lag Optimize?						
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	
Act Effct Green (s)	19.5			19.6	21.9	
Actuated g/C Ratio	0.28			0.28	0.31	
v/c Ratio	0.72			0.72	0.84	
Control Delay	23.0			26.4	31.1	
Queue Delay	0.0			0.0	0.0	
Total Delay	23.0			26.4	31.1	
LOS	C			C	C	

Estación E-06

Lanes, Volumes, Timings

2: VIA DE EVITAMIENTO & CARRETERA PE-34A/AV. AVIACION

08/18/2021

	→	↘	↙	←	↖	↗
Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Approach Delay	23.0			26.4	31.1	
Approach LOS	C			C	C	
Stops (vph)	710			788	686	
Fuel Used(l)	94			57	60	
CO Emissions (g/hr)	1743			1051	1115	
NOx Emissions (g/hr)	336			203	215	
VOC Emissions (g/hr)	402			242	257	
Dilemma Vehicles (#)	0			0	0	
Queue Length 50th (m)	39.9			45.0	56.3	
Queue Length 95th (m)	54.3			59.2	#87.6	
Internal Link Dist (m)	340.3			210.4	300.4	
Turn Bay Length (m)						
Base Capacity (vph)	1416			1370	1050	
Starvation Cap Reductn	0			0	0	
Spillback Cap Reductn	0			0	0	
Storage Cap Reductn	0			0	0	
Reduced v/c Ratio	0.72			0.72	0.84	

Intersection Summary

Area Type: Other

Cycle Length: 70

Actuated Cycle Length: 70

Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2:NBL and 6:, Start of Green

Natural Cycle: 70

Control Type: Pretimed

Maximum v/c Ratio: 0.84

Intersection Signal Delay: 26.6

Intersection LOS: C

Intersection Capacity Utilization 70.2%

ICU Level of Service C

Analysis Period (min) 15

95th percentile volume exceeds capacity, queue may be longer.

Queue shown is maximum after two cycles.

Splits and Phases: 2: VIA DE EVITAMIENTO & CARRETERA PE-34A/AV. AVIACION












Cuadros de resultados: Escenario futuro con proyecto (año 10)

Estación E-01

Lanes, Volumes, Timings

20: AV. LAS TORRES & CARRETERA PE-34A

08/18/2021










						
Lane Group	NBL	NBR	SET	SER	NWL	NWT
Lane Configurations						
Traffic Volume (vph)	43	33	565	34	0	489
Future Volume (vph)	43	33	565	34	0	489
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frts	0.941		0.992			
Fit Protected	0.973					
Satd. Flow (prot)	1657	0	1795	0	0	1810
Fit Permitted	0.973					
Satd. Flow (perm)	1657	0	1795	0	0	1810
Link Speed (k/h)	50		50			50
Link Distance (m)	149.5		230.1			817.0
Travel Time (s)	10.8		16.6			58.8
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	114%	114%	114%	114%	114%	114%
Adj. Flow (vph)	53	41	700	42	0	606
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	94	0	742	0	0	606
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Right	Left	Left
Median Width(m)	3.6		0.0			0.0
Link Offset(m)	0.0		0.0			0.0
Crosswalk Width(m)	4.8		4.8			4.8
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25	15		15	25	
Sign Control	Stop		Free			Free
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	47.9%			ICU Level of Service A		
Analysis Period (min)	15					

Estación E-02

Lanes, Volumes, Timings

23: CAL. MUNICIPAL & CARRETERA PE-34A







08/18/2021

						
Lane Group	SET	SER	NWL	NWT	NEL	NER
Lane Configurations						
Traffic Volume (vph)	663	15	48	565	35	57
Future Volume (vph)	663	15	48	565	35	57
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Frt	0.997				0.916	
Flt Protected				0.996	0.981	
Satd. Flow (prot)	1804	0	0	3424	1626	0
Flt Permitted				0.996	0.981	
Satd. Flow (perm)	1804	0	0	3424	1626	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	817.0			499.6	240.3	
Travel Time (s)	58.8			36.0	17.3	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	114%	114%	114%	114%	114%	114%
Adj. Flow (vph)	822	19	59	700	43	71
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	841	0	0	759	114	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	0.0			0.0	3.6	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)		15	25		25	15
Sign Control	Free			Free	Stop	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	72.6%			ICU Level of Service C		
Analysis Period (min)	15					

Estación E-03

Lanes, Volumes, Timings
32: CAL. 12 & CARRETERA PE-34A

08/18/2021

						
Lane Group	SET	SER	NWL	NWT	NEL	NER
Lane Configurations	↑↑			↑↑	↑↑	
Traffic Volume (vph)	807	22	35	772	35	51
Future Volume (vph)	807	22	35	772	35	51
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	0.95	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00
Frt	0.996				0.920	
Flt Protected				0.998	0.980	
Satd. Flow (prot)	3424	0	0	3431	1631	0
Flt Permitted				0.998	0.980	
Satd. Flow (perm)	3424	0	0	3431	1631	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	794.1			457.8	235.9	
Travel Time (s)	57.2			33.0	17.0	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	114%	114%	114%	114%	114%	114%
Adj. Flow (vph)	1000	27	43	957	43	63
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	1027	0	0	1000	106	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	0.0			0.0	3.6	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)		15	25		25	15
Sign Control	Free			Free	Stop	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	66.2%			ICU Level of Service C		
Analysis Period (min)	15					

Estación E-04

Lanes, Volumes, Timings

14: CARRETERA PE-34A & AV. 54 & CAL. 5

08/18/2021

Lane Group	WBL	WBR	WBR2	NBT	NBR	SBL2	SBL	SBT	SWL	SWR
Lane Configurations										
Traffic Volume (vph)	0	185	28	510	0	16	168	520	120	80
Future Volume (vph)	0	185	28	510	0	16	168	520	120	80
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	0.95	1.00	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00
Fr't	0.865								0.946	
Flt Protected								0.987	0.971	
Satd. Flow (prot)	1565	0	0	3438	0	0	0	3393	1662	0
Flt Permitted								0.618	0.971	
Satd. Flow (perm)	1565	0	0	3438	0	0	0	2125	1662	0
Right Turn on Red			Yes							Yes
Satd. Flow (RTOR)	61								61	
Link Speed (k/h)	50			50				50	50	
Link Distance (m)	276.6			563.0				714.4	181.3	
Travel Time (s)	19.9			40.5				51.4	13.1	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	114%	114%	114%	114%	114%	114%	114%	114%	114%	114%
Adj. Flow (vph)	0	229	35	632	0	20	208	644	149	99
Shared Lane Traffic (%)										
Lane Group Flow (vph)	264	0	0	632	0	0	0	872	248	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Right	Left	Right	Left	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	3.6			0.0				0.0	3.6	
Link Offset(m)	0.0			0.0				0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8				4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane										
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25	15	15		15	25	25		25	15
Turn Type	Prot			NA		Perm	Perm	NA	Prot	
Protected Phases	8			2				6	7	
Permitted Phases						6	6			
Minimum Split (s)	22.5			22.5		22.5	22.5	22.5	22.5	
Total Split (s)	22.5			45.0		45.0	45.0	45.0	22.5	
Total Split (%)	25.0%			50.0%		50.0%	50.0%	50.0%	25.0%	
Maximum Green (s)	18.5			41.0		41.0	41.0	41.0	18.5	
Yellow Time (s)	3.0			3.0		3.0	3.0	3.0	3.0	
All-Red Time (s)	1.0			1.0		1.0	1.0	1.0	1.0	
Lost Time Adjust (s)	0.0			0.0				0.0	0.0	
Total Lost Time (s)	4.0			4.0				4.0	4.0	
Lead/Lag	Lag								Lead	
Lead-Lag Optimize?	Yes								Yes	
Walk Time (s)	7.0			7.0		7.0	7.0	7.0	7.0	
Flash Dont Walk (s)	11.0			11.0		11.0	11.0	11.0	11.0	
Pedestrian Calls (#/hr)	0			0		0	0	0	0	
Act Effct Green (s)	18.5			41.0				41.0	18.5	
Actuated g/C Ratio	0.21			0.46				0.46	0.21	
v/c Ratio	0.71			0.40				0.90	0.64	
Control Delay	37.6			17.3				36.9	32.7	
Queue Delay	0.0			0.0				0.0	0.0	
Total Delay	37.6			17.3				36.9	32.7	
LOS	D			B				D	C	
Approach Delay	37.6			17.3				36.9	32.7	
Approach LOS	D			B				D	C	

Estación E-04

Lanes, Volumes, Timings

14: CARRETERA PE-34A & AV. 54 & CAL. 5

08/18/2021

	↙	↖	↗	↑	↘	↙	↓	↘	↗	
Lane Group	WBL	WBR	WBR2	NBT	NBR	SBL2	SBL	SBT	SWL	SWR
Stops (vph)	171			369				680	158	
Fuel Used(l)	17			47				261	13	
CO Emissions (g/hr)	321			876				4846	246	
NOx Emissions (g/hr)	62			169				935	47	
VOC Emissions (g/hr)	74			202				1118	57	
Dilemma Vehicles (#)	0			0				0	0	
Queue Length 50th (m)	34.6			39.0				74.5	31.1	
Queue Length 95th (m)	#68.9			52.8				#116.1	57.1	
Internal Link Dist (m)	252.6			539.0				690.4	157.3	
Turn Bay Length (m)										
Base Capacity (vph)	370			1566				968	390	
Starvation Cap Reductn	0			0				0	0	
Spillback Cap Reductn	0			0				0	0	
Storage Cap Reductn	0			0				0	0	
Reduced v/c Ratio	0.71			0.40				0.90	0.64	

Intersection Summary

Area Type: Other

Cycle Length: 90

Actuated Cycle Length: 90

Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2:NBT, Start of Green

Natural Cycle: 90

Control Type: Pretimed

Maximum v/c Ratio: 0.90

Intersection Signal Delay: 30.4

Intersection LOS: C

Intersection Capacity Utilization 80.1%

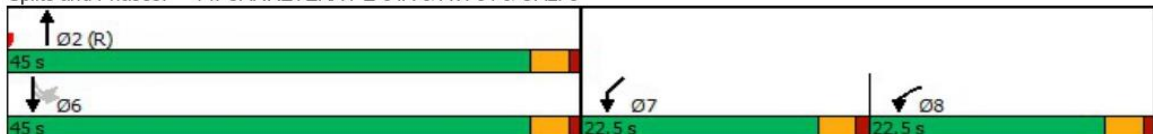
ICU Level of Service D

Analysis Period (min) 15

95th percentile volume exceeds capacity, queue may be longer.

Queue shown is maximum after two cycles.

Splits and Phases: 14: CARRETERA PE-34A & AV. 54 & CAL. 5












Estación E-05

Lanes, Volumes, Timings

11: CARRETERA PE-34A & CARRETERA AR-123

08/18/2021

						
Lane Group	EBL	EBR	NBL	NBT	SBT	SBR
Lane Configurations						
Traffic Volume (vph)	113	165	330	682	750	161
Future Volume (vph)	113	165	330	682	750	161
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Storage Length (m)	0.0	60.0	0.0			0.0
Storage Lanes	2	1	0			0
Taper Length (m)	7.5		7.5			
Lane Util. Factor	0.97	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Fr't	0.911				0.973	
Flt Protected	0.980			0.984		
Satd. Flow (prot)	3134	0	0	3383	3345	0
Flt Permitted	0.980			0.984		
Satd. Flow (perm)	3134	0	0	3383	3345	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	230.0			788.7	563.0	
Travel Time (s)	16.6			56.8	40.5	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	114%	114%	114%	114%	114%	114%
Adj. Flow (vph)	140	204	409	845	929	200
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	344	0	0	1254	1129	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	7.2			0.0	0.0	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25	15	25			15
Sign Control	Free			Free	Free	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	81.5%			ICU Level of Service C		
Analysis Period (min)	15					

Estación E-06

Lanes, Volumes, Timings

2: VIA DE EVITAMIENTO & CARRETERA PE-34A/AV. AVIACION

08/18/2021

	→	↘	↙	←	↖	↗
Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Lane Configurations	↑↑↑			↑↑↑	↘↘	
Traffic Volume (vph)	683	252	161	752	702	113
Future Volume (vph)	683	252	161	752	702	113
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Storage Length (m)		100.0	100.0		0.0	100.0
Storage Lanes		1	1		2	1
Taper Length (m)			7.5		7.5	
Lane Util. Factor	0.91	0.91	0.91	0.91	0.97	0.95
Fr _t	0.960				0.979	
Fit Protected				0.991	0.959	
Satd. Flow (prot)	4742	0	0	4896	3296	0
Fit Permitted				0.991	0.959	
Satd. Flow (perm)	4742	0	0	4896	3296	0
Right Turn on Red		Yes				Yes
Satd. Flow (RTOR)	121				27	
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	364.3			234.4	324.4	
Travel Time (s)	26.2			16.9	23.4	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	114%	114%	114%	114%	114%	114%
Adj. Flow (vph)	846	312	200	932	870	140
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	1158	0	0	1132	1010	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	4.0			0.0	7.2	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Tuning Speed (k/h)		15	25		25	15
Turn Type	NA		Split	NA	Prot	
Protected Phases	4		8	8	2	
Permitted Phases						
Minimum Split (s)	22.5		22.5	22.5	22.5	
Total Split (s)	23.0		23.0	23.0	29.0	
Total Split (%)	30.7%		30.7%	30.7%	38.7%	
Maximum Green (s)	20.0		20.0	20.0	26.0	
Yellow Time (s)	2.0		2.0	2.0	2.0	
All-Red Time (s)	1.0		1.0	1.0	1.0	
Lost Time Adjust (s)	0.0			0.0	0.0	
Total Lost Time (s)	3.0			3.0	3.0	
Lead/Lag						
Lead-Lag Optimize?						
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	
Act Effct Green (s)	20.0			20.0	26.0	
Actuated g/C Ratio	0.27			0.27	0.35	
v/c Ratio	0.86			0.87	0.87	
Control Delay	31.1			35.0	32.4	
Queue Delay	0.0			0.0	0.0	
Total Delay	31.1			35.0	32.4	

Estación E-06

Lanes, Volumes, Timings

2: VIA DE EVITAMIENTO & CARRETERA PE-34A/AV. AVIACION

08/18/2021



Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
LOS	C			C	C	
Approach Delay	31.1			35.0	32.4	
Approach LOS	C			C	C	
Stops (vph)	861			925	786	
Fuel Used(l)	115			72	69	
CO Emissions (g/hr)	2130			1338	1290	
NOx Emissions (g/hr)	411			258	249	
VOC Emissions (g/hr)	491			309	298	
Dilemma Vehicles (#)	0			0	0	
Queue Length 50th (m)	54.0			58.7	69.5	
Queue Length 95th (m)	#77.3			#82.2	#105.4	
Internal Link Dist (m)	340.3			210.4	300.4	
Turn Bay Length (m)						
Base Capacity (vph)	1353			1305	1160	
Starvation Cap Reductn	0			0	0	
Spillback Cap Reductn	0			0	0	
Storage Cap Reductn	0			0	0	
Reduced v/c Ratio	0.86			0.87	0.87	

Intersection Summary

Area Type: Other

Cycle Length: 75

Actuated Cycle Length: 75

Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2:NBL and 6:, Start of Green

Natural Cycle: 75

Control Type: Pretimed

Maximum v/c Ratio: 0.87

Intersection Signal Delay: 32.8

Intersection LOS: C

Intersection Capacity Utilization 78.6%

ICU Level of Service D

Analysis Period (min) 15

95th percentile volume exceeds capacity, queue may be longer.

Queue shown is maximum after two cycles.

Splits and Phases: 2: VIA DE EVITAMIENTO & CARRETERA PE-34A/AV. AVIACION

