

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DEL FLUJO VEHICULAR-PEATONAL
EN LA INTERSECCIÓN DEL KM 4 DE LA CARRETERA PE-18A CON EL ACCESO
AL PUENTE JOAQUÍN GARAY FIGUEROA DE LA CIUDAD DE AMARILIS,
2021”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA: Jara Guisasola, Caroline Stefani

ASESOR: Jacha Rojas, Johnny Prudencio

HUÁNUCO – PERÚ

2022



U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Transporte

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería del transporte

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniera Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 47002181

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 40895876
Grado/Título: Maestro en ingeniería de sistemas e informática con mención en: gerencia de sistemas y tecnologías de información

Código ORCID: 0000-0001-7920-1304

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Abal García, Hamilton Denniss	Maestro en gerencia pública.	43962001	0000-0002-8378-9152
2	Lambruschini Espinoza, Reyder Alexander	Título oficial de Máster universitario en ingeniería hidráulica y medio ambiente.	45250659	0000-0003-0701-2621
3	Taboada Trujillo, William Paolo	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	40847625	0000-0002-4 594-1491

D

H

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO(A) CIVIL**

En la ciudad de Huánuco, siendo las 19:00 horas del día jueves 21 de abril de 2022, mediante la plataforma Google Meet, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- MG. HAMILTON DENNISS ABAL GARCÍA - PRESIDENTE
- MG. REYDER ALEXANDER LAMBRUSCHINI ESPINOZA - SECRETARIO
- MG. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO - VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 767-2022-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DEL FLUJO VEHICULAR- PEATONAL EN LA INTERSECCIÓN DEL KM 4 DE LA CARRETERA PE-18A CON EL ACCESO AL PUENTE JOAQUÍN GARAY FIGUEROA DE LA CIUDAD DE AMARILIS, 2021", presentado por el (la) Bachiller. **JARA GUIASOLA, CAROLINE STEFANI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándola APROBADA por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 14 y cualitativo de SUFICIENTE (Art. 47).

Siendo las 20:00 horas del día jueves 21 del mes de abril del año 2022, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



Presidente



Secretario



Vocal

DEDICATORIA

A Dios, a mi madre,
a mis familiares y a mis
maestros quienes me
brindaron su apoyo para
que pueda cumplir la meta
de graduarme como profesional.
La universidad es un camino
con muchos retos en el
transcurso de este camino
nos moldeamos como personas
y futuros profesionales del mañana.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser mi fortaleza en los momentos más difíciles, a pesar de las dificultades él nunca me desampara.

A mi madre y mi hermano que son mi motor y motivo para levantarme cada mañana y esforzarme por dar lo mejor en el trabajo y en la familia.

A todos los docentes que ha participado en mi formación como profesional.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	XIII
SUMMARY.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
CAPÍTULO I.....	19
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	19
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	22
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	22
1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO.....	22
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	23
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
1.5.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	24
1.5.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	24

1.5.3.	JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	24
1.6.	LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	25
1.7.	VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
1.7.1.	VIABILIDAD OPERATIVA.....	25
1.7.2.	VIABILIDAD TÉCNICA.....	26
1.7.3.	VIABILIDAD ECONÓMICA-SOCIAL.....	26
CAPÍTULO II.....		27
MARCO TEÓRICO		27
2.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	27
2.1.1	ANTECEDENTES INTERNACIONALES	27
2.1.2	ANTECEDENTES NACIONALES	29
2.1.3	ANTECEDENTES LOCALES.....	31
2.2	BASES TEÓRICAS	32
	INGENIERÍA DE TRÁNSITO.....	32
	MÉTODOS DE CONTROL DEL AFORO	32
	CONFIGURACIÓN DE ENTRADA DE DATOS.....	62
	CONFIGURACIÓN DEL NODO	63
	OPTIMIZACIONES.....	63
2.3	DEFINICIONES CONCEPTUALES	65
2.4	HIPÓTESIS.....	67
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL:.....	67

2.5. VARIABLES.....	67
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE:.....	67
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE:	67
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)	68
CAPÍTULO III.....	70
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	70
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	70
3.1.1. ENFOQUE	70
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	70
3.1.3. DISEÑO.....	70
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	71
POBLACIÓN	71
MUESTRA.....	71
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	71
3.3.1 TÉCNICAS.....	71
3.3.2 INSTRUMENTOS.....	72
3.4 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	76
CAPÍTULO IV.....	77
RESULTADOS.....	77
4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS	77

4.1 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	101
CAPÍTULO V.....	102
5.1. SITUACIÓN ACTUAL DEL MES DE MARZO 2021.....	102
5.2. SITUACIÓN PROYECTADA PARA EL 2041.....	110
CONCLUSIONES	119
RECOMENDACIONES.....	120
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	121
BIBLIOGRAFÍA.....	121
ANEXOS.....	125

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Volumen vehicular mínimo.....	41
Tabla 2 Volumen vehicular mínimo.....	42
Tabla 3 Medidas de eficacia principales para la definición de nivel de servicio	46
Tabla 4 Sistema de variables-dimensiones e indicadores.	68
Tabla 5 Tiempo semafórico actual.....	104
Tabla 6 Grado de Saturación.....	106
Tabla 7 Demora por control.....	106
Tabla 8 Nivel de servicio.....	106
Tabla 9 Estimación de colas.....	107
Tabla 10 Tiempo semafórico asumido el mismo para el 2041.....	112
Tabla 11 Grado de Saturación.....	115
Tabla 12 Demora por control.....	115
Tabla 13 Nivel de servicio.....	116
Tabla 14 Estimación de colas.....	116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Variedad de tipos de intersección a nivel.....	34
Figura 2 Expresión de la ecuación en función al congestionamiento del transito	35
Figura 3 Fases en una intersección con semáforo	54
Figura 4 Modelo básico de flujo de saturación.....	56
Figura 5 Ubicación de los botone de ajuste en el software Synchro V.8	63
Figura 6 Imagen satelital del lugar a evaluar	65
Figura 7 Formato de aforo vehicular	73
Figura 8 Croquis de plan y sentido de aforo vehicular	74
Figura 9 Horas y símbolos a utilizar en el aforo vehicular.....	75
Figura 10 Estación total modelo “NTS 382 R10L SOUTH”	77
Figura 11 Puntos visados en la estación 01	78
Figura 12 Fases y diagrama de fases en una intersección con semáforo ...	79
Figura 13 Plano topográfico.....	80
Figura 14 Aforo vehicular del lunes 29/03/21	82
Figura 15 Aforo vehicular del martes 30/03/21	82
Figura 16 Aforo vehicular del miércoles 31/03/21	83
Figura 17 Aforo vehicular del jueves 25/03/21	83
Figura 18 Aforo vehicular del viernes 26/03/21	84
Figura 19 Aforo vehicular del sábado 27/03/21	84
Figura 20 Índice medio diario semanal	85

Figura 21 Variación diaria	85
Figura 22 Variación horaria.....	86
Figura 23 Variación por intervalos de una hora	86
Figura 24 Flujograma de tránsito vehicular.....	87
Figura 25 Flujograma de tránsito peatonal	87
Figura 26 Aforo peatonal en horas criticas	88
Figura 27 Datos para el diseño	88
Figura 28 Direcciones de flujo vehicular	89
Figura 29 Identificando el día y la hora más critica	89
Figura 30 Flujo o volumen vehicular en hora pico.....	90
Figura 31 Datos de crecimiento poblacional del INEI	90
Figura 32 Volumen horario critico proyectado a 20 años.....	91
Figura 33 Vista general del Software Synchro V.8.....	92
Figura 34 Plano de Intersección del Km 4 de la carretera PE-18A con el acceso a puente Joaquín Garay Figueroa	93
Figura 35 Imagen de Intersección del Km 4 de la carretera PE-18A con el acceso a puente Joaquín Garay Figueroa	94
Figura 36 Procedemos a cargar la imagen satelital al Software Synchro V.8	95
Figura 37 Insertamos la imagen satelital	95
Figura 38 Insertar la longitud horizontal a escala real y una coordenada de referencia.....	96

Figura 39 Dibujamos las intersecciones	96
Figura 40 Caracterizamos los sentidos del flujo vehicular en un mapa o croquis	97
Figura 41 Asignamos los sentidos teniendo en consideración el croquis elaborado.....	97
Figura 42 Sentidos y croquis de las direcciones de los vehiculos.....	98
Figura 43 Asignar el volumen vehicular mas critico en el Software Synchro V.8	98
Figura 44 Asignamos el nombre a la carretera y el puente.....	99
Figura 45 Asignamos el ancho de las vías y la respectiva pendiente de la vía	99
Figura 46 Asignamos la respectiva señalización	100
Figura 47 Resumen de datos introducidos	100
Figura 48 Vista Satelital de trafico vehicular	101
Figura 49 Volumen de trafico vehicular de marzo del 2021	102
Figura 50 Asignamos el volumen vehicular actual, el ancho de las vías , la pendiente.....	103
Figura 51 Procedimos a insertar el tiempo de los semáforos	104
Figura 52 Parámetros obtenidos del análisis	105
Figura 53 Demora de toda la intersección	108
Figura 54 Optimización de las longitudes de ciclo	109
Figura 55 Volumen de tráfico vehicular proyectada para el 2041	110

Figura 56 Asignamos el volumen vehicular actual, el ancho de las vías , la pendiente para el año proyectado 2041.....	111
Figura 57 Procedimos a insertar el tiempo de los semáforos	113
Figura 58 Parámetros obtenidos del análisis	114
Figura 59 Demora de toda la intersección	117
Figura 60 Optimización de las longitudes de ciclo	118
Figura 61 Ubicación estratégica de la estación total.....	136
Figura 62 Ubicación del primero	136
Figura 63 Ubicación del prismo en el tramo 2.....	137
Figura 64 Ubicación del prismo en el tramo 2 de la pista	137
Figura 65 Ubicación del prismo en el tramo 2 de la carretera margen izquierdo	138
Figura 66 Ubicación del prismo en el tramo 1 de la carretera margen derecho	138
Figura 67 Ubicación del prismo en el acceso al Puente Joaquín Garay progresiva 0+000	138
Figura 68 Ubicación del prismo en el acceso al Puente Joaquín Garay progresiva 0+020	139
Figura 69 Ubicación del aforador en la dirección de Huánuco a Esperanza	140
Figura 70 Ubicación del aforador en la dirección al acceso al puente Joaquín garay Figueroa.....	140
Figura 71 Ubicación del aforador en la dirección de la Esperanza entrando a Huánuco	140

RESUMEN

En esta investigación el objetivo fue evaluar el nivel de servicio que se está brindando en el cruce del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis, empleando el software "SYNCHRO V.8" para proponer nuevos tiempos semafóricos que nos permita controlar el desorden de tránsito vehicular-peatonal con niveles de servicios óptimos.

Para desarrollar el objetivo planteado se realizaron estudios de aforo vehicular el cual nos permitió obtener el volumen de flujo vehicular por hora, también se realizó un levantamiento topográfico para poder caracterizar las longitudes y geometría de la intersección del Km4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de donde obtuvimos que posee una pendiente de 1% y las medidas de la pista son de 9.00m y de 9.6m estos datos fueron indispensables para realizar el análisis de tráfico en el Software SYNCHRO V.8 el cual arrojó que actualmente hay una congestión vehicular crítica lo cual se respalda con datos que se maneja en el Google Earth Pro como se puede apreciar en la figura 48 donde se enmarca de color rojo el acceso al Puente Joaquín Garay Figueroa.

Al evaluar el nivel de servicio que se está brindando en el cruce del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa el Software SYNCHRO V.8 nos dio un nivel de servicio F como puede apreciarse en la figura 52, ello afirma lo que se puede ver actualmente una congestión vehicular que prácticamente ha colapsado donde la el ICU es de 128%.

La investigación se basó en cambiar el tiempo de los semáforos lo cual si ayudo a mejorar la situación de congestión vehicular lo cual se vio reflejado al disminuir las longitudes de ciclo como puede apreciarse de la figura 52 y figura 54 donde se aprecia que la longitud de ciclo pasa de 1516.4 segundos a 269.1 segundos ello influye en la mejora del tránsito vehicular.

Se concluye que, si bien al modificar el tiempo de los semáforos de logra disminuir el tráfico vehicular, no es una medida eficaz debido a que el nivel de servicio sigue siendo pésimo ello se plasma a detalle en las figuras 52,53,58,59.

Palabras Claves

Flujo vehicular, flujo peatonal, nivel de servicio, tiempos semafóricos, tránsito vehicular, tránsito peatonal.

SUMMARY

In this research, the objective was to evaluate the level of service that is being provided at the intersection of km 4 of the PE-18A highway with the access to the Joaquín Garay Figueroa bridge in the city of Amarilis, using the “Synchro v8” software to propose new traffic light times that allow us to control the disorder of vehicular-pedestrian traffic with optimal levels of services.

To develop the proposed objective, vehicle capacity studies were carried out which allowed us to obtain the volume of vehicular flow per hour, a topographic survey was also carried out to be able to characterize the lengths and geometry of the intersection of Km4 of the PE-18A highway with the access to the Joaquín Garay Figueroa bridge from where we obtained that it has a slope of 1% and the measurements of the track are 9.00m and 9.6m these data were essential to perform the traffic analysis in the Synchro Software V.8 which showed that Currently there is a critical traffic congestion which is backed up with data that is handled in Google Earth Pro as can be seen in figure 48 where the access to the Joaquín Garay Figueroa Bridge is framed in red.

When evaluating the level of service that is being provided at the intersection of km 4 of the PE-18A highway with the access to the Joaquín Garay Figueroa bridge, the Synchro V.8 Software gave us a service level F as can be seen in figure 52 This affirms what can be seen today, a vehicular congestion that has practically collapsed where the ICU is 128%.

The research was based on changing the time of the traffic lights which did help to improve the traffic congestion situation which was reflected by reducing the cycle lengths as can be seen from figure 52 and figure 54 where it can be seen that the length of cycle goes from 1516.4 seconds to 269.1 seconds, this influences the improvement of vehicular traffic.

It is concluded that, although by modifying the time of the traffic lights it is possible to reduce vehicular traffic, it is not an effective measure because the

level of service continues to be terrible, it is reflected in detail in figures 52,53,58,59.

Keywords

Vehicle flow, pedestrian flow, service level, traffic light times, vehicular traffic, pedestrian traffic.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se basa en evaluar el nivel de servicio que se está brindando en el cruce del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis, empleando el software "SYNCHRO V.8" para proponer nuevos tiempos semafóricos esto debido a que el mes de marzo del 2021 cuando se realizó el aforado prácticamente la congestión vehicular era pésima generando retraso a la población que transitaba por esta parte de la ciudad lo cual según estudios importantes genera grandes pérdidas económicas.

Existen varios factores que inciden en la congestión vehicular las más notorias eran los paraderos informales de los microbuses, el ancho de la vía cerca a la intersección es muy angosta, y desde luego una mala distribución de los tiempos de los semáforos. Para esta investigación nos enfocamos en mejorar los tiempos de los semáforos lo cual con el apoyo del Software SYNCHRO V.8 y acorde a nuestras posibilidades era más viable.

De lo expuesto se han planteado los siguientes objetivos:

Determinar el nivel de servicio en el cruce del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis, empleando el software SYNCHRO V8.

Calcular los volúmenes de flujo vehicular-peatonal mediante aforos de tráfico en la intersección del km 4 de la carretera PE-18A con entrada al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis.

Realizar el levantamiento topográfico para determinar la geometría, para luego evaluar y realizar la propuesta de semaforización, que permitan obtener niveles de servicio óptimos para controlar el desorden vehicular-peatonal en la intersección del km 4 de la carretera PE-18A con entrada al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis.

Simular los tiempos semafóricos utilizando el software SYNCHRO V.8, obteniendo de esta manera tiempos semafóricos óptimos para el control del desorden vehicular-peatonal en la intersección del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis.

Esta tesis se dividió en 5 capítulos: En el capítulo I: se menciona la descripción del problema, se formula el problema, el objetivo general y los objetivos específico, las justificaciones, las limitaciones y la viabilidad de la investigación.

El capítulo II: se exponen los antecedentes de la investigación, las bases teóricas, las definiciones, la hipótesis general y las variables de la investigación.

En el capítulo III: escogeremos el tipo de investigación, la población, la muestra seleccionada, la técnica e instrumentos empleados acorde a nuestra investigación.

El capítulo IV: aquí se presenta el procesamiento de datos y la contrastación de hipótesis.

En el capítulo V: finalmente en este capítulo se desarrolla la contrastación de resultados el cual abarca: discusión, conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En diversas partes del mundo se aprecia múltiples problemas de congestión y desorden vehicular-peatonal y que se acrecientan más y más con el pasar de los años; estos problemas son ocasionados por diversos motivos como son la falta de señales de tránsito, falta de dispositivos de control, huecos en las vías, crecimiento exponencial de vehículos, entre otros; los cuales generan largas colas de espera, accidentes de tránsito, contaminación sonora y ambiental; generando de esta manera molestia y estrés en la población habitante alrededor de la zona en estudio.

En los últimos años se ha incrementado de forma explosiva el número de vehículos en los países del primer mundo, debido a muchos parámetros, uno de estos parámetros es el aumento económico de la clase media lo cual trae como consecuencia que estos adquieran un vehículo, ahora los bancos ofrecen créditos con mayor facilidad, el precio es más accesible al común de las personas, la demanda de los vehículos usados ha cobrado mucho auge. Esto ha traído como consecuencia que las personas obtén por el transporte individual y propio a esto se suma que como menciona el INEI el crecimiento poblacional se da de manera exponencial, a lo mencionado se añade que el estado no ha implementado políticas para mejorar y optimizar el transporte público, debido a todo lo mencionado la congestión vehicular se ha vuelto crítica. (BULL, 2003).

Los problemas de congestión son uno de los motivos de las pérdidas de vidas humanas, problemas de traumatismos en las personas, como también un gran porcentaje de pérdida de la economía en varias ciudades del mundo.

Cerca del 90% de las muertes producidas debido a los accidentes de tránsito se dan en los países donde la economía bordea de baja a media. Los índices más elevados se dan en África. Incluso en los países de muchos recursos, la población de clase baja está más propensos a sufrir accidentes de tránsito. (Organización Mundial de la Salud, 2018).

Los problemas debido al congestionamiento vehicular causan un costo a la ciudad californiana de US\$9.700 millones anuales. (BBC MUNDO, 2017).

En las ciudades más grandes el transporte absorbe cerca del 3½% del PBI de la región, esto es en parte por el incremento del impacto de la congestión vehicular al tráfico. Al gasto producto de la congestión vehicular expresado en pérdida de eficiencia económica, debemos agregarle lo negativo de la coherencia social, debido a que el tráfico generado por los automovilistas adinerados incrementa los tiempos de viajes y tal vez lo que más perjudica es el aumento de los precios de los pasajes lo cual incide en el bolsillo de los usuarios del transporte público. Adquirir un auto es producto de horas de trabajo y mucho esfuerzo, pero usarlo en un ámbito de congestión vehicular es un mal que afecta a la sociedad. (CEPAL, 2000).

En el Perú, la problemática de la congestión del tráfico y el caos peatonal es producto de diversos parámetros por ejemplo , primeramente tenemos el poco conocimiento vial de los que conducen que ignoran las reglas de la carretera, a esto se añade que carecemos de una infraestructura vial que sea eficiente de manera que permita el buen tránsito a lo mencionado se añade la carencia o mal estado de los dispositivos o señalizaciones de regulación del flujo vehicular y peatonal ; a todo esto se suma la gota de corrupción en el sentido que en diversas partes del país se dan licencias de conducir de manera clandestina , todo lo mencionado provoca el incremento del tráfico vehicular . Estos factores son los que ocasionan y dan origen a todos estos problemas de congestionamiento.

En el Perú, el aumento de la congestión vehicular mucho tiempo para los residentes de Lima. La capital ocupa el tercer lugar de acuerdo a investigaciones de TomTom una empresa de Holanda de GPS. Mumbai y Bogotá son de las pocas ciudades que superan a Lima en términos de tráfico. Con respecto al tráfico la capital del Perú en el 2017 se encontraba en el puesto nueve, solo en un año es decir el 2018 paso al tercer lugar. De manera correlacional el tiempo que las personas pasan en el tráfico se ha incrementado, en la última década ha subido de lo que eran 5 horas a 9 horas que las personas pueden permanecer en el tráfico público de forma cotidiana. (PERU21, 2019).

Si sacamos cuentas de un año es decir de 365 días, 240 días son los días que se trabajan, esto una persona consume 19.7 días para poder moverse de un lugar a otro ya sea por trabajo, salud, educación, etc.; es decir son 20 días perdidos en el tráfico. Si lo mencionado lo convertimos en unidades monetarias estaría bordeando los S/. 27,000 millones anuales que se tiran por si decirlo al agua. Son sumas elevadas de dinero que podemos invertir en buscar la solución al tráfico vehicular. (Guardia, 2018).

Huánuco no es ajeno al caos vehicular-peatonal que es un problema que se viene dando debido al crecimiento exponencial de la población en el ámbito urbano, generando de esta manera mayor necesidad de transporte y adquisición de vehículos los cuales transitan por vías que están en estado de deterioro; haciendo maniobras para esquivar estos inconvenientes que interrumpen el libre tránsito.

En ciertos puntos de la ciudad de Huánuco, se aprecia el problema del tráfico vehicular de forma aguda en la parte céntrica de la ciudad y en las salidas de la ciudad por ejemplo: el Puente San Sebastián, Puente Esteban Pabletich, Puente Burgos, Ovalo de Cayhuayna esto es producto del incremento de vehículos esto incide de forma directa en el incremento del tráfico vehicular, por otro lado no se cuenta con espacio para ampliar la infraestructura vial, es por ello que la

problemática del congestionamiento vehicular cada vez se hace más crítico (CABELLO QUISPE, 2019).

Según datos obtenidos del (INEI) en nuestra región de Huánuco, desde el año 2012 hasta el año 2018 se registraron un total de 612 casos de víctimas de accidentes de tránsito fatales, siendo el año 2015 con mayor cantidad registrada con un total de 120 casos.

En la entrada del puente Joaquín Garay Figueroa, se ve un desorden de tránsito vehicular-peatonal pese a encontrar semáforos los cuales supuestamente regulan el tránsito vehicular peatonal, pero es probable que los tiempos semaforicos se instalaron sin un previo estudio y simulación de tráfico; por lo que no está optimizado y el nivel de servicio en la intersección no es el favorable, adicionando a ello la renuencia de los conductores a cumplir con el reglamento de tránsito; además de la inexistencia de paraderos el cual hace que los transportistas públicos se estacionen en cualquier lugar para poder atender la demanda de los pasajeros, ocasionando de esta manera el problema de congestionamiento.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Qué nivel de servicio al tránsito vehicular-peatonal se está brindando en intersección semaforizada del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis, para poder evaluar y modificar los tiempos semaforicos aplicando el modelo de simulación SYNCHRO V.8, 2021?

1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO

¿Cuál es el nivel de servicio que se brinda en la intersección del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis?

¿Cuánto flujo vehicular-peatonal se observa en la intersección del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis?

¿Cómo es la geometría de las intersecciones que se observan en la intersección del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis?

¿De qué manera el modelo de simulación SYNCHRO V.8 optimizará el flujo vehicular-peatonal en la intersección del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis?

1.3. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el nivel de servicio que se está brindando en la intersección del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis, empleando el software “SYNCHRO V.8” para proponer nuevos tiempos semafóricos que nos permita controlar el desorden de tránsito vehicular-peatonal con niveles de servicios óptimos.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar el nivel de servicio en la intersección del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis, empleando el software SYNCHRO V.8.

Calcular los volúmenes de flujo vehicular-peatonal mediante aforos de tráfico en la intersección del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis.

Realizar el levantamiento topográfico para determinar la geometría, para luego evaluar y realizar la propuesta de semaforización, que permitan obtener niveles de servicio óptimos para controlar el desorden vehicular-peatonal en la intersección del km 4 de

la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis.

Simular los tiempos semafóricos utilizando el software SYNCHRO V.8, obteniendo de esta manera tiempos semafóricos óptimos para el control del desorden vehicular-peatonal en la intersección del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

En este proyecto se evaluará el nivel de servicio de la intersección utilizando el programa SYNCHRO V.8, para luego proponer nuevos tiempos semafóricos que influirá en el ordenamiento del flujo vehicular-peatonal, ya que es un punto de conexión de dos distritos y que en la mayoría de estos puntos se ve múltiples accidentes e incomodidad para las personas habitantes de la zona; y que con esta propuesta podríamos optimizar los niveles de servicio del acceso al puente.

1.5.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Con este proyecto de investigación, se brindará información de manera positiva a posteriores investigaciones relacionado a problemas de congestión vehicular-peatonal, ya que será una referencia para la evaluación de niveles de servicio de intersecciones semaforizadas, con la finalidad de replantear los tiempos semafóricos, de esta manera ayudar al ordenamiento vehicular peatonal de la ciudad.

1.5.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

En el presente proyecto de investigación lograremos concretizar nuestros objetivos de estudio, utilizando técnicas de investigación cuantitativas para poder realizar el aforo vehicular-

peatonal, tiempos semafóricos actuales y la geometría de la intersección, de esta manera brindando datos reales y confiables tomados in situ, para su procesamiento en gabinete y planteamiento de su solución.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- Investigación realizada en un solo punto tal es el caso de la intersección del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis, el cual nos limita ordenar el tránsito de manera sincronizada con los demás puntos de intersección aledañas a la zona en estudio.
- Evaluación realizada solo en una semana de investigación, el cual no nos brinda información completa al descartar algunos meses donde el tránsito es mayor.
- Evaluación realizada solo 6 horas al día de las 24 horas que tiene el día, el cual nos limita a saber el comportamiento del flujo vehicular peatonal que ocurre durante las 18 horas restantes.
- El efecto de la pandemia COVID 19, en el cual los tránsitos de algunos sectores están restringidos; tal es el caso del tránsito de los alumnos al trasladarse a sus centros educativos y la inmovilización obligatoria en algunos días, el cual nos lleva obviar datos del flujo vehicular - peatonal que en tiempos que no había la enfermedad se realizaba mayor flujo vehicular peatonal.
- La limitación del software de simulación el cual solo nos modela un tránsito ideal, es decir no adopta las maniobras que hacen los transportistas al momento de adelantar o compartir un mismo carril al momento de formar las colas; además de no considerar las motos lineales, el cual abunda en nuestras vías en estudio.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1. VIABILIDAD OPERATIVA

La investigación será favorable para dos ciudades los cuales son Amarilis y Huánuco, ya que ayudará al ordenamiento vehicular-

peatonal en la intersección del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis, de esta manera evitando posibles problemas de congestión vehicular, contaminación acústica, contaminación sonora y malestar en los individuos.

1.7.2. VIABILIDAD TÉCNICA

Para realizar la investigación contaremos con un equipo técnico capacitado tanto para el levantamiento topográfico como también para el aforo vehicular-peatonal y el procesamiento en gabinete utilizando los softwares ya mencionados anteriormente; los cuales nos serán de gran utilidad para poder plantear la solución al problema de congestión en el lugar de estudio.

1.7.3. VIABILIDAD ECONÓMICA-SOCIAL

La investigación será financiada con recursos propios del proyectista, con la finalidad de solucionar los problemas de congestión vehicular-peatonal que se presentan en nuestra ciudad; tal es el caso específico de los pobladores que viven alrededor en los accesos del puente Joaquín Garay Figueroa como también para los conductores de la ciudad de Huánuco y Amarilis; por tanto, será viable.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Indagando investigaciones realizadas anteriormente respecto a problemas de desorden vehicular-peatonal, obtuvimos muchas coincidencias tanto a nivel mundial, nacional y local; destacando cuán importante es la solución de estos problemas ya que es la causa principal de múltiples accidentes de tránsito, contaminación, pérdida de economía y genera malestar en las personas, por ello es necesario realizar un estudio de tránsito y plantear medidas de control y solución, tal es el caso de la utilización de semáforos con tiempos correctos en intersecciones para poder brindar niveles de servicio óptimos que garanticen el tránsito ordenado.

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Indagando las tesis a nivel mundial; en Medellín ciudad de Colombia, Carrillo, M.J. & Montoya, J.J. (2020) realizó un estudio denominado: Propuesta de solución para el mejoramiento de la movilidad en la intersección de la transversal superior y la avenida las Palmas, Medellín, Colombia, donde su objetivo principal fue Diseñar una alternativa que permita mejorar la movilidad de la intersección entre la Transversal Superior y la Avenida Las Palmas. Y se llegó a la conclusión que, acorde al objetivo de este trabajo, la propuesta que mejor se ajusta a los requerimientos de la intersección es la incorporación de un carril de aceleración. Si en un futuro se implementa esta obra vial, podrían verse reducidos los tiempos de viaje en, aproximadamente, 21 s por cada hora de máxima demanda y el nivel de servicio va a mejorar, pasando de un nivel c a un nivel

a. Por ende, como repercusión de lo anterior, la capacidad vial va a aumentar logrando satisfacer una mayor demanda vehicular

En Santa Clara ciudad de Cuba, Swartes, E.A. (2019) realizó una investigación denominada: Propuesta de organización del tránsito en el centro urbano de Santa Clara, cuyo objetivo principal fue. Se llegó a una conclusión que los resultados obtenidos en la presente investigación demuestran la existencia de elevados valores de congestión vehicular y demoras en importantes intersecciones del centro histórico urbano de la ciudad de Santa Clara, producto de la existencia de estacionamientos en la vía y la circulación de vehículos de tracción animal.

La modelación computacional del centro histórico urbano de la ciudad de Santa Clara utilizando el software Synchro 10, permite comprobar que la eliminación de estacionamientos y de la circulación de vehículos de tracción animal posibilita disminuir significativamente las demoras y la congestión vehicular en la zona objeto de estudio.

En Quito ciudad de Ecuador, Cumbal B.M. & Ugsha M.R. (2015) realizaron una investigación denominada: Análisis de tráfico y solución vial de la intersección: av. Eloy Alfaro y av. Shyris en la ciudad de Quito, donde su objetivo principal fue realizar el estudio de tráfico, en la intersección de la Avenida Eloy Alfaro y Avenida Shyris, proponiendo alternativas de solución favorable a los problemas existentes para de esta manera mejorar la fluidez del tráfico en el acceso a la intersección y su área de influencia. Se llegó a la conclusión de que Analizando las horas pico de los 10 sentidos que conforman la intersección determinamos que el sentido Oeste – Norte que gira de la Av. Eloy Alfaro hacia la Av. Shyris, existe el registro de mayor de vehículos que transcurren en dicho

sentido con un valor de 1295 vehículos que sería la hora pico contabilizada del día jueves de 8:00 a 9:00 y el giro con el menor registro de vehículos que transcurre es en el sentido Sur – Este que gira de la Av. Shyris a la Av. Eloy Alfaro es de 123 vehículos en una hora de igual forma contabilizada del día jueves de 10:00 a 11:00. Y también con el software Synchro V.8 realizamos la simulación del tráfico en la intersección y se determinó nuevos tiempos semafóricos que son proporcionados por el software, teniendo así la finalidad que exista fluidez en cada uno de los sentidos que conforma la intersección.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

Indagando las tesis a nivel nacional en la ciudad de Nuevo Chimbote, Alzamora, C.M. & Monja J.A. (2018) realizaron una investigación denominada: Diagnóstico y alternativas de solución para el problema de congestión vehicular y peatonal de la ciudad de Chimbote, en las intersecciones; jr. Leoncio Prado, jr. Ladislao Espinar, jr. Alfonso Ugarte con av. José Gálvez cuyo objetivo general fue realizar un análisis del tráfico, entre las intersecciones semaforizadas Jr. Leoncio Prado, Jr. Ladislao Espinar, Jr. Alfonso Ugarte con Av. José Gálvez de la ciudad de Chimbote, para diagnosticar su nivel de servicio y plantear posibles alternativas de solución viables ante el problema de congestionamiento vehicular y peatonal. Se llegó a una conclusión de que en esta investigación se determinó que en la intersección Jr. Leoncio Prado y Jr. Ladislao Espinar con Av. José Gálvez existe un nivel de servicio actual de tipo C, debido a una coordinación regular y/o ciclos largos. Optimizando los ciclos en los semáforos mediante el software Synchro V.8 se logró mejorar el nivel de servicio a tipo B, es cuando existe una buena coordinación y ciclos cortos.

En la ciudad de Tacna, Paucara, M. (2018) realizó una investigación denominada: Evaluación del nivel de servicio en flujos vehiculares de las intersecciones de la av. Jorge Basadre Grohmann, utilizando Synchro V.8 – Tacna, 2018, cuyo objetivo general fue Evaluar el nivel de servicio del flujo vehicular en las intersecciones de la Av. Jorge Basadre Grohmann utilizando el modelo de simulación SYNCHRO V.8-Tacna, 2018. Se llegó a una conclusión de que Se mejora notablemente el comportamiento del flujo vehicular y disminuye la congestión vehicular en la intersección Av. Gregorio Albarracín y Av. A.B. Leguía, con la propuesta de mejora en el escenario actual, con el incremento de un carril preferencial de giro a la izquierda, señalización horizontal y vertical, luego de la optimización de los tiempos de los semáforos; se obtiene niveles de servicio en nodo # 3 igual a B, e ICU igual 74.4% y en el nodo # 6 igual a B e ICU igual a 75.2%, quedando aproximadamente 25% para llegar al flujo crítico. Es necesario considerar la tasa de crecimiento poblacional que afectaría en el factor de crecimiento vehicular, lo que hace necesario evaluar en un escenario de 20 años.

En la ciudad de Ancash, Rondoño, D.W. (2018) realizó una investigación denominada: Análisis vial en las intersecciones de la av. Luzuriaga y San Martín con la av. Raimondi - Huaraz aplicando el software Synchro 8.0, para mejorar el flujo vehicular, cuyo objetivo general fue realizar el análisis vial de las intersecciones de la Av. Luzuriaga y San Martín con la Av. Raymondi - Huaraz aplicando el software Synchro 8.0, para mejorar el flujo vehicular. Se llegó a una conclusión de que al analizar la situación actual de las intersecciones de la Av. Luzuriaga y San Martín con la Av. Raymondi, tanto con la metodología de HCM 2010 y con el software Synchro 8.0, se encontró que operan con niveles de servicio C. esto

significa que opera aceptablemente y ocurre por dos razones, primero por una sincronía regular de semáforos y segundo por ciclos individuales largos, en el caso nuestro ocurre lo segundo esto puede traer a que los ciclos individuales empiezan a fallar y por ende el nivel de servicio sea más deficiente.

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

En la ciudad de Huánuco, Almerco, E.A. (2019) realizó una investigación denominada: Evaluación del tránsito vehicular de la intersección a nivel tipo “t” en el óvalo de Cayhuayna – 2018, cuyo objetivo general fue que elaborar una propuesta del estado proyectado por giros, usando el software PTV VISSIM 7 para mejorar el nivel de servicio de la intersección a nivel tipo T del ovalo de Cayhuayna. Se llegó a la conclusión de que, en base a los resultados del presente estudio, es posible concluir que, con una probabilidad de error del 4.2%, (inferior al nivel de significancia del 5%) la propuesta del estado proyectado por giros usando el software PTV VISSIM 7, mejora el nivel de servicio de la intersección a nivel tipo T del ovalo de Cayhuayna.

Revisando las tesis a nivel local en la ciudad de Huánuco, Cabello, M.M. (2019) realizó una investigación denominada: evaluación del tránsito vehicular de la intersección a nivel tipo “t” en el óvalo de Cayhuayna - 2018, cuyo objetivo general fue Elaborar una propuesta del estado proyectado por giros, usando el software PTV VISSIM 7 para mejorar el nivel de servicio de la intersección a nivel tipo T del ovalo de Cayhuayna. Se llegó a una conclusión que, en base a los resultados del presente estudio, es posible concluir que, con una probabilidad de error del 4.2%, (inferior al nivel de significancia del 5%) la propuesta del estado proyectado por giros usando el software PTV VISSIM

7, mejora el nivel de servicio de la intersección a nivel tipo T del ovalo de Cayhuayna.

Dentro del problema de congestionamiento y caos en el tránsito vehicular que afronta la intersección del ovalo de Cayhuayna, el inadecuado manejo que se da en las vías; Desde el punto de vista de la ingeniería se mejoró la viabilidad de dicha intersección, de tal manera que se pudo mejorar la calidad de la circulación en el ovalo, con la creación de un paso a desnivel y una vía deprimida, se simuló mediante el software VISSIM 7 lo cual mejoro significativamente los niveles de servicio.

2.2 BASES TEÓRICAS

Es esencial que el proyecto de investigación empiece de unas bases teóricas los cuales nos ayudaran a definir términos y conceptos para su mejor comprensión del problema y así plantear soluciones optimas al problema.

INGENIERÍA DE TRÁNSITO

Esta parte de la ingeniería se encarga de planificar, diseñar y la supervisar la congestión de los jirones, carreteras, puertos, terrenos colindantes y congestión con otros modos de transporte. (Cal, Reyes , & Cárdenas , 2007).

MÉTODOS DE CONTROL DEL AFORO

Obtendremos el volumen de tránsito vehicular-peatonal rellenando formatos preestablecidos con las características de los vehículos y peatones y horarios fijos durante el día; estos datos serán registrados por los aforadores capacitados previamente para dicho trabajo.

- Clasificación vehicular.
- Clasificación peatonal.

- Movimientos direccionales en la intersección.
- Sentido de recorrido en la intersección.
- Horarios establecidos durante el día.
- Datos tomados cada 15 minutos.

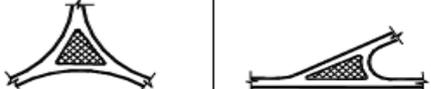
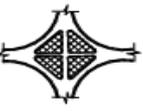
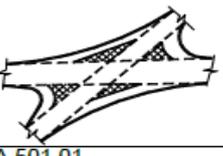
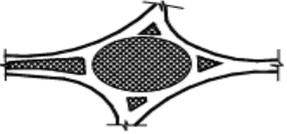
Los datos serán registrados 6 horas al día previamente establecidos (2 horas en la mañana, 2 horas al medio día y 2 horas en la noche) durante 7 días consecutivos.

TIPOS DE INTERSECCIÓN A NIVEL

El cruce se puede tipificar primordialmente en base a sus componentes es decir al número de cruces o carreteras que convergen en ella, también tenemos la planimetría y altimetría del terreno, y el tipo de servicio prestado o que se necesita. Estas tipologías primarias pueden cambiar de manera prominente en forma, grado de canalización como se muestra en la figura que se muestra a continuación (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2018).

Figura 1

Variedad de tipos de intersección a nivel.

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

Fuente: DG-2018.

CONGESTIÓN VEHICULAR

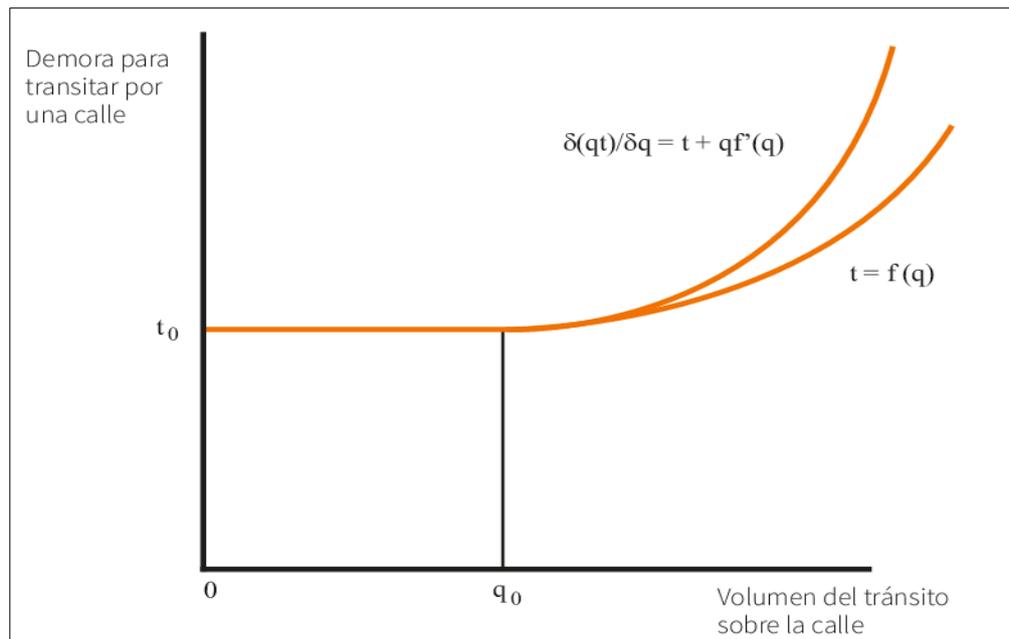
La raíz fundamental del tráfico es la conglomeración de autos en la circulación del tránsito. A una determinada cantidad de tráfico, los vehículos pueden transitar a una velocidad manejable, Acotada dentro de los parámetros de velocidad permitidos, el intervalo de tiempo por el que van a pasar por las intersecciones, etc. Cabe recalcar que el aumento del número de vehículos de vehículos, esto provoca que entre ellos se obstaculicen es forma resumida se da el problema del tráfico. En consecuencia, una forma de definirla sería “la congestión es la condición que prevalece si la introducción de un vehículo en un flujo de

tránsito aumenta el tiempo de circulación de los demás”. (Ian & Alberto , 2001).

El incremento del tránsito es inversamente proporcional a las velocidades de circulación de los vehículos. Véase la Figura 1, que expresa, a través de la ecuación $t=f(q)$, el tiempo (t) coherente para circular5 una calle, a diversas cantidades de tránsito (q). La otra ecuación, $d(qt)/dt = t + qf'(q)$, se obtiene del antecedente. La resta de ambas funciones se utiliza para diferentes volúmenes de tránsito(q), se aprecia el incremento en el tiempo de circulación de los vehículos que están transitando, como consecuencia del adiconamiento del vehículo extra.

Figura 2

Expresion de la ecuacion en funcion al congestionamiento del transito.



Fuente: (Ian Thomson & Alberto Bull, 2001).

CAUSAS DE LA CONGESTIÓN

Cualidades del tráfico urbano que causan congestión

Según (Ian Thomson & Alberto Bull, 2001) la estructura del transporte, englobando la parte de suelo urbano para el sistema del transporte, se desarrolla en cualidades singulares, entre estas tenemos.

- la necesidad de transportarse es "originaria", esto significa que, el movimiento rara vez se genera por un deseo natural de viajar; en líneas globales, se origina por el motivo de ir a donde se desarrollan las diferentes circunstancias: como trabajar, ir a comprar, estudiar, ir de paseo a otros lugares, todos los cuales se desarrollan en diferentes contextos.
- La necesidad de movilizarse de un lugar a otro es muy diversa y experimenta picos pronunciados, en los que se aglomeran muchos viajes de un lugar a otro, por el afán de aprovechar las horas del día para realizar diferentes actividades y poder comunicarse con otras personas.
- La circulación de vehículos tiene lugar en espacios viales limitados y fijos a corto plazo; Como es comprensible, la capacidad de viajar no empleada de forma correcta genera tráfico durante tiempos de mayor demanda.
- los modos de transporte que exhiben las cualidades más deseables, es decir, lo seguro, lo cómodo, lo confiable, lo de fácil alcance, como en el caso de los automóviles, son aquellos que hacen uso máximo de la vía por transeúnte, como una explicación más detallada.
- En las áreas urbanas, proporcionar estructura para la circulación vehicular para abarcar la cantidad de vehículos durante las horas pico conlleva costos muy altos.
- Por todo lo anterior, la congestión se presenta en muchos lugares, siendo sus consecuencias negativas la contaminación,

consumiendo gran cantidad de recursos sociales y privados y mermando la calidad de vida.

El tráfico es causado primordialmente por coches

Pocos coches crean más tráfico que otros. En la ingeniería del estudio de la congestión vehicular, a cada clasificación de coche se le asigna un punto equivalente en una unidad de vehículo de pasajeros llamada pcu (unidad de vehículo de pasajeros). Un automóvil vale el equivalente a 1 pcu y otros vehículos, el equivalente de los cuales corresponde a su efecto abrupto en la circulación del tránsito vehicular o el espacio de la carretera que ocupan realmente en relación con el automóvil. En líneas globales, se considera que un coche tiene aproximadamente 3 pcu y un camión 2 pcu. Siendo estrictos, el coeficiente pcu es diferente considerando el enfoque de intersección o de un tramo entre intersecciones. (Ian & Alberto, 2001).

Las condiciones de las carreteras y los hábitos de conducción influyen en el tráfico.

a) Vías urbanas: problemas de diseño y conservación

Las carreteras mal diseñadas o mal mantenidas provocan atascos de tráfico innecesarios. En algunas ciudades, es común ver escasez de carriles, cambios bruscos de carril, paradas de autobús en vías estrechas y otros defectos que impiden la circulación fluida. Cabe recalcar, las malas condiciones de las carreteras, y especialmente los baches, provocan una capacidad limitada y un aumento de la congestión. En varias ciudades de América Latina, como Caracas, la acumulación de lluvia en las carreteras disminuye la eficiencia de las carreteras y, por lo tanto, genera tráfico.

b) Algunos comportamientos generan más tráfico que otros

Los que conducen con frecuencia son irrespetuosos con las personas con las que comparten la carretera. En muchos lugares, como

por ejemplo la capital del Perú, muchos conductores tratan de ahorrar un poco más de tiempo en el viaje e intentan apresurarse en los cruces, bloqueándolos y provocando un daño económico a otros mucho mayor que los beneficios de sus intereses. En muchas ciudades, por ejemplo, la capital de Chile, tradicionalmente, los autobuses se han detenido justo en frente de un cruce, lo que provoca atascos. En los lugares nombrados, entre otras, hay mucha demanda de vehículos que muchas veces no operan desde paradas fijas, circulan a bajas velocidades en busca de pasajeros, lo que también provoca atascos.

c) La Falta de información sobre los parámetros del tráfico

Otro parámetro que incrementa el tráfico es la falta de comprensión de los parámetros del tráfico. Si un conductor tiene dos rutas, C y D, para llegar a su destino, sabiendo que las condiciones del tráfico en la ruta C no son buenas, puede usar la ruta D, donde la congestión será menor. Un estudio en un lugar ficticio de la Universidad de Texas, EE. UU., muestra que permanecer atento sobre el comportamiento del tráfico en diferentes puntos de la red puede disminuir el tráfico mucho más que las medidas decisivas como las tarifas, cuando se viaja en carreteras congestionadas. (IMT, 2000). La falta de conocimientos básicos de la red de carreteras también puede sumar a incrementar el kilometraje medio de cada viaje y sumar al tráfico vehicular. Por tanto, prima la reducción de capacidad.

De forma por así decirlo global, tanto el actuar de los que manejan de los automovilistas como la calidad de las carreteras y coches hacen que las carreteras o redes urbanas de América Latina sean claramente menos eficientes que una calle o red urbana de otras ciudades de Europa o América del Norte. Las mediciones tomadas en Caracas a principios de la década de 1970 mostraron que una carretera allí tenía una capacidad de solo 67 en comparación con otra norteamericana de tamaño similar. Se espera que esta diferencia porcentual varíe de una ciudad a otra, aunque no hay duda de que la

tendencia hacia la congestión de la red vial en las ciudades de América Latina es, en general, relativamente alta.

Problema en la infraestructura:

En la mayoría de los lugares de América Latina, mal estado del tráfico es significativamente peor de lo que en parte puede y debe deberse a la mala gestión de las autoridades. Es evidente que él una parte del problema es debido a incapacidad de las autoridades para hacer frente a la situación.

DISPOSITIVOS DE CONTROL

Se les conoce como dispositivos de control de tránsito a las señales, letreros, semáforos y cualquier otro dispositivo colocado por las autoridades públicas en o cerca de las calles y carreteras, para advertir, regular y orientar a las personas a su uso. Estos dispositivos de control indican al usuario las medidas preventivas a tomar (ayudando a prevenir, teniendo en cuenta las condiciones específicas del tramo de carretera. (Cal, Reyes Spíndola, & Cárdenas Grisales, 2007).

Entre las Señales Verticales: Tenemos las preventivas. Restrictivas, informativas, turísticas y de servicios y Señales diversas.

- Señales Horizontales: Entre estas tenemos: Rayas, marcas. botones.
- Dispositivos para protección en obras: Señales horizontales: rayas, símbolos, marcas, vialetas, botones.
- Señales verticales: las Preventivas, las restrictivas, las informativas.
- Diversas: barreras levadizas, barreras fijas, conos, tambos, dispositivos luminosos, señales manuales, semáforos, vehiculares, peatonales, especiales.

SEMÁFOROS

La función que desempeñan los semáforos es que ordenan y regulan el movimiento de automóviles y transeúntes en calles y carreteras por medio de luces, generalmente rojas, amarillas y verdes, que son activadas por un controlador. Según el mecanismo de trabajo del control del semáforo, se clasifican en:

- Semáforos para el control del tránsito de vehículos
 - No accionados por el tránsito.
 - Accionados por el tránsito.
 - Totalmente accionados por el tránsito.
 - Parcialmente accionados por el tránsito.
- Semáforos para pasos peatonales
 - En zonas de alto volumen peatonal.
 - En zonas escolares.
- Semáforos especiales
 - De destello.
 - Para regular el uso de carriles.
 - Para puentes levadizos.
 - Para maniobras de vehículos de emergencia.
 - Con barreras para indicar aproximación de trenes.

ESTIPULACIONES PARA LA INSTALACIÓN DE SEMÁFOROS

Según Valencia, V.G. (2000) los requisitos que se tiene que cumplir para la instalación de semáforos son los siguientes:

Estipulación 1. Volumen mínimo de vehículos. Esta disposición se basa en el tráfico utilizado en la intersección y supone que se pueden identificar el camino principal y el camino secundario. El volumen se mide en vehículos por hora.

Tabla 1

Volumen vehicular mínimo.

N° de carriles por cada acceso		Volumen mínimo veh/h			
Vía Principal	Vía Secundaria	Vía Principal en ambos accesos		Vía Secundaria en acceso de mayor ingreso	
		100%	80%	100%	80%
1	1	500	400	150	120
2 o más	1	600	480	150	120
2 o más	2 o más	600	480	200	160
1	2 o más	600	480	200	160

Fuente: (Valencia Alaix, 2000).

La cantidad de vehículos que se mencionan en la tabla 1 deben determinarse durante cada una de las ocho horas pico de un día promedio. Para días medios, festivos o sus días colindantes, se deben tener en cuenta las vacaciones escolares u otros periodos distintos a los habituales. Si hay motivos para creer que las condiciones son favorables en otros días importantes (por ejemplo, los sábados en las calles comerciales), también se debe tomar la medición durante este tiempo.

Estipulación 2. Interrupción del tránsito continuo. Esta disposición se emplea cuando las condiciones del tráfico en la carretera principal hacen que el tráfico en la carretera secundaria se retrase anormalmente al entrar o cruzar la carretera principal. Este requisito se cumple cuando, por cada 8 horas de un día promedio, la vía secundaria tiene el tráfico mínimo que se muestra en la siguiente tabla y si la instalación de semáforos no afecta los viajes interurbanos.

Tabla 2

Volumen vehicular mínimo.

N° de carriles por cada acceso		Vía Principal		Vía Secundaria	
Vía Principal	Vía Secundaria	Total ambos accesos		En acceso mayor volumen	
		100%	80%	100%	80%
1	1	750	600	75	60
2 o más	1	900	720	75	60
2 o más	2 o más	900	720	100	80
1	2 o más	750	600	100	80

Fuente: (Valencia Alaix, 2000).

El volumen en la vía principal y la línea secundaria corresponde las mismas. Durante estas 8 horas, el sentido de circulación de la masa superior de la corriente secundaria podrá ser en una entrada diferente durante otras horas. Si la velocidad media en la que 85 l del tráfico de la carretera principal supera los 60 km/h, o si la intersección se encuentra en una zona urbana con una población de 10.000 habitantes o menos, el requisito de interrupción continua del tráfico se reduce a los 70 volúmenes indicados en la tabla 2.

Estipulación 3. Volumen mínimo de peatones. El transeúnte puede experimentar retrasos importantes incluso si no hay suficiente tráfico para hacer frente a la instalación de semáforos. Si el número de peatones es lo suficientemente alto, minimizar su retraso con los semáforos puede incluso compensar el aumento de los retrasos en los vehículos que provoca.

De acuerdo con este criterio, se requiere un mínimo de 150 transeúntes por hora, para el tramo peatonal más frecuente y paso de peatones con un tránsito vehicular mínimo de 600 vehículos por hora. Si hay un refugio para peatones en el centro, los peatones pueden cruzar más fácilmente. Si hay protección central, el tráfico será de 1000 vehículos por hora. Todo esto, como siempre, dentro de las 8 horas de la demanda máxima del día promedio.

Estipulación 4. Movimiento progresivo. Para promover el flujo gradual de automóviles, a veces es necesario instalar semáforos en las intersecciones que de otro modo serían innecesarios. En función de la demanda es que permite regular la velocidad de conjunto de coches compactos de forma eficiente. El parámetro correspondiente se cumple en los siguientes casos:

- a) En cruces vehiculares separadas en una calle de un solo sentido o en una calle de un solo sentido y los semáforos de adelante están demasiado separados para mantener la agrupación y la velocidad del vehículo.
- b) Si un semáforo inmediato en una calle de doble sentido no permite el nivel de control necesario.

Estipulación 5. El comentario de las personas en general es que los semáforos disminuyen significativamente el número de coches rara vez está respaldada por la experiencia. A menudo hay más accidentes cuando los semáforos están instalados que cuando no lo están. Los semáforos no deben instalarse sobre la base de un accidente espectacular o de una demanda o predicción irrazonable de la posibilidad de un accidente. El requisito de accidente se cumple cuando:

- a) La incidencia de accidentes no disminuye después de mejorar la geometría y aplicar la señal que ha sido probada satisfactoriamente en otros casos.
- b) Muchos accidentes en el último año podrían haberse evitado colocando semáforos, en los que se produjeron lesiones o daños materiales.
- c) Cuando no haya menos del ochenta por ciento de tránsito de vehículos y peatones según lo especificado en el requisito de volumen mínimo de vehículos como se menciona en la (Tabla 1), en el caso de interrupción continua del tránsito o requisito mínimo de tránsito de peatones.

- d) Cuando la instalación no interrumpe significativamente el movimiento gradual del tráfico.

Estipulación 6. Combinación de requisitos. La utilización del semáforo a veces se puede justificar cuando no se cumple ninguno de los requisitos, pero se cumplen dos o más al 80% o más de los valores establecidos. Estas excepciones deben decidirse sobre la base de un análisis exhaustivo de los factores involucrados.

El examen suficiente de otras acciones correctivas causa menos demoras e inconvenientes para el tráfico que los semáforos que deben estar precedidos por colocación de dispositivos de control de tráfico de acuerdo con este requisito.

Estipulaciones especiales. Es vital recordar que en ocasiones puede no ser necesaria la instalación de semáforos, aunque se cumplan algunos de los parámetros anteriores. Esto puede suceder en cualquiera de las siguientes situaciones:

- a) La implementación de semáforos en los cruces cercanos que causan demoras en el tráfico y permiten que los vehículos crucen la calle lateral.
- b) Los automóviles que van despacio también pueden interrumpir el tráfico prioritario.
- c) Las altas tasas de giro a la izquierda se pueden lograr mejor instalando rotondas, islas o bahías de pequeño diámetro, siempre que el terreno disponible lo permita.

En todos estos escenarios, parece mejor no colocar semáforos sino mejorar las cruces de otras maneras. La principal preocupación debe ser reducir los retrasos y los accidentes.

TRÁNSITO DE PEATONES

El objetivo de los aforos peatonales es conocer y medir los volúmenes de peatones en los puntos previamente identificados, se realizarán los foros tomando en cuenta las siguientes categorías de aforos peatonales:

- Personas de Movilidad Regular.
- Los individuos que carecen movilidad (aquellas que se encuentran restringidas de forma permanente o temporal en su capacidad para moverse sin ayuda externa).

NIVELES DE SERVICIO EN INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS

La categoría de servicio en las intersecciones con semáforos está determinada por la latencia, que es un indicador de la molestia del que conduce, el gasto de gasolina, gas o petróleo y el tiempo de transportarse perdido. (Sánchez , 2017).

Los retrasos que experimentan los conductores se deben a una serie de índices conectados con los controles, la geometría, el tráfico y las averías. El tiempo de demora total es la resta entre el tiempo real en vivo y el tiempo de viaje de control que sería el resultado de parámetros ideales: es decir, cuando no hay control de tráfico. (Sánchez , 2017).

Particularmente, se establecieron criterios de categorías de servicio para la señalización vial en base al retraso promedio en una parada por vehículo, así como el promedio por aproximación y para toda la intersección., Generalmente dentro del período de análisis de 15 minutos, se considera la demanda máxima del vehículo. etapa = etapa. Los criterios se enumeran en la tabla 02 Manual de capacidad vial, 1985. (Sánchez Quintos, 2017).

Tabla 3

Medidas de eficiencia principales para la definición de nivel de servicio.

Tipo de estructura	Medida de eficacia
Autopistas	Densidad(v/km/c) Demora en veh-h Velocidad(km/h) Tiempo de viaje(seg)
Segmentos Básicos de Autopista	Densidad(vl/km/c) Velocidad(km/h) Relación(v/c)
Áreas de trazado o entrecruzamiento	Densidad(vl/km/c) Velocidad de no entrecruzamiento(km/h) Velocidad de entrecruzamiento(km/h)
Intersecciones con un ramal	Flujos(v/h)
Carreteras multicarril	Densidad(vl/km/c) Velocidad media de recorrido(km/h) Relación(v/c)
Carreteras de dos carriles (HMC-2000)	Demora en tiempo de seguimiento (porcentaje) Velocidad media de recorrido(km/h)
Carreteras de dos carriles (método colombiano)	Velocidad media de recorrido(km/h)
Intersecciones reguladas con semáforos	Demora total media por control (seg/v) Relación(v/c)
Intersecciones sin semáforos	Demora total media por control (seg/v) Longitud de cola Relación(v/c)
Arterias	Velocidad de viaje (km/h) Tiempos de recorrido (seg) Demora por control en intersecciones (seg)
Transporte colectivo	Factor de carga (per/ asiento, v/hiper/h)
Peatones	Espaciamiento (m ² /pt) Demora peatón (seg/peat) Velocidad media (km) Relación(v/c)

Fuente: Adaptado de Cerquera, 2007.

- i. **Nivel de servicio A:** Mostrar actividades con un retraso de no más de 10 segundos por vehículo. La libre circulación es evidente, la relación volumen/capacidad suele ser baja, la progresión es particularmente agradable o la duración del ciclo es corta.
- ii. **Nivel de servicio B:** Visualiza operaciones con un retraso de 10 a 20 s por coche y una relación volumen/capacidad no superior a 1,0. Tiene más paradas que el nivel de servicio A.
- iii. **Nivel de servicio C:** Presenta transiciones con un retraso de 20 a 35 segundos por coche y una relación volumen/capacidad no mayor a 1.0, progreso favorable o tiempos de ciclo moderados. La falla está marcada, es decir, uno o más coches en la cola no pueden salir debido a ciclos de semáforos ineficientes. Sin embargo, todavía hay evidencia de vehículos que cruzan la intersección sin detenerse.
- iv. **Nivel de servicio D:** Presenta transiciones con un retraso de 35 a 55 segundos por coche y una relación volumen-potencia inferior a 1,0. El proceso es ineficiente o el ciclo es largo. aparentemente muchos coches se detuvieron.
- v. **Nivel de servicio E:** Presenta transiciones con un retraso de 55 a 80 s por coche y una relación volumen/potencia no superior a 1,0. Desarrollos desfavorables y tiempos de ciclo largos.
- vi. **Nivel de servicio F:** Presenta transiciones con un retraso superior a 80 s por coche y una relación volumen/potencia superior a 1,0, que es muy alta. El progreso es lento y la presencia de pegamento aún es evidente.

Metodología para analizar las intersecciones semaforizadas

Mediante el estudio operativo, determine la capacidad y el nivel de servicio para cada agrupación de vías o carreteras, así como el nivel de servicio de todos los cruces. Para ello se requiere información específica sobre la forma, tráfico y condiciones semaforicas de la

intersección, este método puede ser utilizado para evaluar diferentes rutas alternativas y/o planes de semáforos. (Sánchez , 2017).

La técnica para determinar los factores de potencia y nivel de servicio se divide en cinco módulos diferentes:

A) Módulo de entrada de datos. – Este método de análisis se enfoca en determinar todo el concepto necesario sobre la cual se basarán las siguientes operaciones. Engloba todos los valores necesarios sobre la forma del cruce, el tráfico, los parámetros del tráfico, los parámetros del semáforo y los datos predeterminados. (Sánchez , 2017).

B) Módulo de ajuste de volumen. - La cantidad de demanda se da, generalmente por vehículo por hora, durante las horas pico. El módulo de control de volumen los convierte a la magnitud del intervalo de análisis de 15 min y tiene en cuenta las consecuencias de la distribución del canal. (Sánchez , 2017).

C) Módulo de intensidad de saturación. - Se estima la incidencia de aglomeración de cada grupo de canales analizados. Se basa en ajustar la incidencia de saturación ideal, para que reflejen los parámetros comunes. (Sánchez , 2017).

D) Módulo de análisis de capacidad. - En esta parte, la masa y la magnitud de saturación se utilizan para calcular la relación de potencia y magnitud de cada grupo de canales I/c y la relación I/c de los cruces. (Sánchez , 2017).

E) Módulo de nivel de servicio. - Aquí se calcula la latencia para cada grupo de canales definido para el análisis. La demora se agrega en cada golpe y para las intersecciones en general determina el nivel de servicio. (Sánchez , 2017).

SEMÁFOROS PARA VEHÍCULOS

Su finalidad es controlar el movimiento de los vehículos, sean fijos o presincronizados; sincronizar una parte del tráfico de automóviles; o completamente sincronizado según el tráfico. Los modos de funcionamiento especificados se adoptan de acuerdo con el tráfico de automóviles y la importancia de las carreteras controladas por este sistema. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).

- i. **Semáforos fijos o presincronizados:** Son programas con intervalos preprogramados y secuencias de etapas que no son desencadenadas por el tránsito de automóviles. Es posible cambiar el programa ajustando sus características de funcionamiento como tiempo de ciclo, transición de fase y otra. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).
- ii. **Semáforos sincronizados por el tránsito:** Son vehículos cuya actividad está sincronizada en todos los accesos al cruce, según las necesidades del flujo vehicular, y cuyos vehículos (dispositivos de detección de vehículos y/o peatones) son activados por este vehículo. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).
- iii. **Semáforos adaptados al tránsito:** También conocidos como semáforos inteligentes, son luces cuyo comportamiento se ajusta de forma continua y automática en todas las intersecciones, de acuerdo con la información de flujo de tráfico recopilada por los detectores de tráfico y envían información sobre secuencia de fase, intervalo de tiempo, período. y/o compensaciones, a la Estación Central o Control Principal. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).

SEMÁFOROS DE TIEMPO FIJO

Son los que permiten que los vehículos sean regulados en el tráfico según uno o más horarios predeterminados e invariables.

Las características de diseño de estos semáforos les permiten adaptarse a los cambios en la masa del vehículo durante las fases de diseño específicas (Valencia Alaix, 2000).

VENTAJAS DE LOS SEMÁFOROS DE TIEMPOS FIJOS

Según Valencia, V.G. (2000) en los cruces donde los flujos de tráfico cambian con frecuencia, los beneficios de usar estos semáforos son los siguientes:

- a) Facilitan la sincronización con determinados semáforos, particularmente cuando es necesario sincronizar la señalización de varios cruces o de una estructura de red. Esta sincronización puede permitir una circulación gradual y un manejo de velocidad, gracias a una serie de luces colocadas correctamente.
- b) Un operador de semáforo en un tiempo fijo independiente del movimiento de coches que pasan por el transductor; por lo tanto, su circulación no se ve afectado negativamente por parámetros especiales que impidan el movimiento normal frente al detector, como en el caso de una parada de un vehículo o una obra en construcción en el área afectada del detector.
- c) El manejo de tiempo fijo puede ser más aceptable que en el control de tráfico, en áreas con tráfico pesado y constante y donde los peatones que manejan los semáforos manualmente pueden ser confusos.
- d) En líneas globales, el costo del equipo de tiempo fijo es más bajo que el del equipo operado por tráfico y es más fácil de mantener.

PARÁMETROS BÁSICOS DE CONTROL

- a) Ciclo: Este es el tiempo que se necesita para una vuelta completa de indicaciones de semáforo.
- b) Fase: parte de un ciclo perteneciente a cualquier a distintas circulaciones de coches o una mezcla de circulaciones al mismo tiempo, preferentemente sobre uno o más períodos de tiempo.
- c) Intervalo: Intervalo que presentan distintas señalizaciones del semáforo.
- d) Desfase: A efectos de sincronización, es la cantidad de tiempo necesarios para que aparezca el indicador verde en la lámpara, después de un determinado período de tiempo, tomado como punto de control momentáneo. Se expresa en tiempo o por ciento de ciclos.
- e) División o presentación del verde: Esto es parte de un ciclo que proporciona un período verde para cada flujo de tráfico.
- f) Programa: Son indicaciones que teorizar la actividad de cada semáforo a lo largo del tiempo (intervalo, ciclo). Estas indicaciones pueden transmitirse como una secuencia de señales eléctricas o de radio a cada controlador local o controlador de semáforo. Tenga un cronograma específico para cada fase de diseño (punta, fuera de la punta, otro) para cada día típico (semanas laborales, fines de semana y días especiales, como eventos importantes).
- g) Plan: Se trata de un grupo de eventos hechos para un día laborable común de la semana, un fin de semana o un día especial.

DISTRIBUCIÓN DE LOS TIEMPOS DEL SEMÁFORO

Cuando la asignación de horas en un semáforo se haga manualmente o con un modelo de computadora, un ingeniero de tráfico debe conocer los fundamentos detrás de esto. Sin estos conceptos, el ingeniero tendría que dar un paso atrás para evaluar correctamente los resultados y aplicarlos a las situaciones reales del contexto geográfico correspondiente. De manera puntual, el diseño computacional no es más

que un proceso de codificación, una acción sin comprobación (Cal, Reyes & Cárdenas , 2007).

En un cruce, el tráfico total de vehículos que llegan a cada entrada debe dividirse en diferentes fases de movimiento, durante cada una de las cuales se realizan movimientos específicos de vehículos. Algunos movimientos tienen derecho a utilizar el espacio cuando tienen señal verde o señal de proceder, cuando otros son varados por la señal de parada o señal roja. En el proceso de análisis de sincronización de los cruces semaforizados y los parámetros para su distribución horaria, es necesario especificar algunos conceptos o índices de tiempo para evitar que se produzcan aglomeraciones (Cal, Reyes, & Cárdenas , 2007).

Indicación de señal: el prendido de una de las luminarias de un semáforo o una mezcla de diferentes luminarias al mismo tiempo.

Ciclo o longitud de ciclo: los segundos que tarda el semáforo en dar una vuelta total. En líneas globales, son los segundos que se necesitan para una vuelta total de todos los indicadores de semáforo.

Movimiento: despacho o grupo de operaciones de un mismo proceso con prioridad concurrente y forman la misma fila.

Intervalo: cualquier división diferente de un ciclo en el que los indicadores de la indicación del semáforo no cambian.

Fase: una fracción de un ciclo asignado a cualquier combinación de uno o más movimientos concurrentes que reciben prioridad, por uno o más períodos de tiempo. La elección y presentación de los desplazamientos de una Fase se puede interpretar como un desplazamiento de vehículo, un desplazamiento de peatón o una mezcla de movimiento de vehículo y peatón. Un ciclo empieza con la disminución del espacio de paso y los conflictos con los que la ganan. Un movimiento pierde el derecho de paso en el momento de aparecer la indicación ámbar.

Secuencia de fases: orden predeterminado en que ocurren las fases del ciclo.

Reparto: porcentaje de la longitud del ciclo asignado a cada una de las diversas fases.

Intervalo de despeje: tiempo de exposición de la indicación ámbar del semáforo que sigue al intervalo verde. Es un aviso de precaución para pasar de una fase a la siguiente.

Intervalo todo rojo: tiempo de exposición de una indicación roja para todo el tránsito que se prepara a circular. Es utilizado en la fase que recibe el derecho de paso después del ámbar de la fase que 10 pierde, con el fin de dar un tiempo adicional que permita a los vehículos, que pierden el derecho de paso, despejar la intersección antes de que los vehículos, que 10 ganan, reciban el verde. Se aplica sobre todo en aquellas intersecciones que sean excesivamente anchas. También puede ser utilizado para crear una fase exclusiva para peatones.

Intervalo de cambio de fase: intervalo que puede consistir solamente en un intervalo de cambio ámbar o que puede incluir un intervalo adicional de despeje todo rojo.

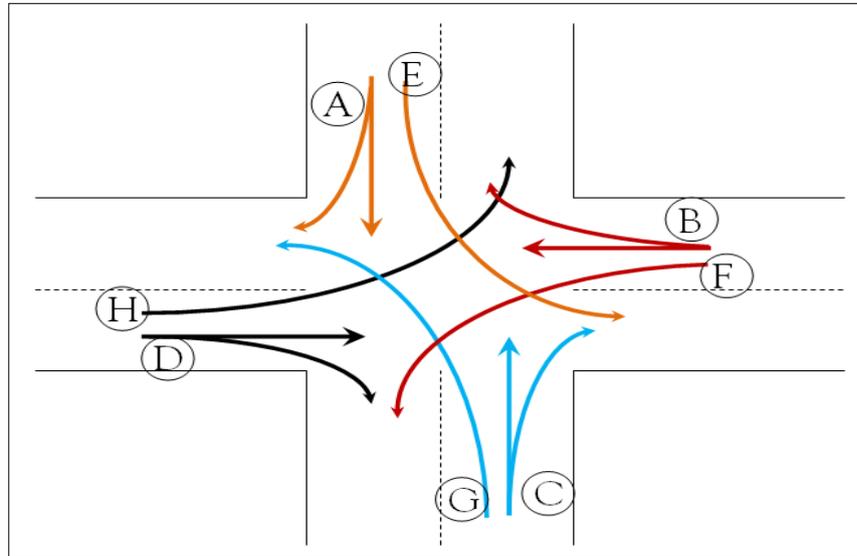
CALCULO DE LOS TIEMPOS DEL SEMÁFORO

La asignación de tiempo para cada fase debe estar directamente relacionada con el volumen de tráfico de los respectivos movimientos. Es decir, la duración de cada fase y ciclo dependerá de la demanda. (Cal, Reyes, & Cárdenas , 2007).

Los tiempos de máxima demanda, más o menos iguales en los carriles críticos de las calles que se cruzan, subdividiendo el tiempo total del ciclo con un indicador verde, se aproximarán si el retraso que les corresponde a cada uno es proporcional al volumen de tráfico en los carriles importantes. (Cal, Spíndola, & Cárdenas , 2007).

Figura 3

Fases en una intersección con semáforo.



Fuente: (Cal, Reyes Spíndola, & Cárdenas Grisales, 2007).

i. Intervalo de cambio de fase

Intervalo de cambio = Ámbar + Todo Rojo

$$y = \left(t + \frac{v}{2a} \right) + \left(\frac{W+L}{v} \right) \quad (\text{Ec.1.1})$$

Donde:

Y = intervalo de cambio de fase, ámbar más todo rojo (s)

t = tiempo de percepción-reacción del conductor (usualmente 1.00s)

v = velocidad de aproximación de los vehículos (m/s)

a = tasa de desaceleración (valor usual 3.05 m/s²)

W = ancho de la intersección (m)

L = longitud del vehículo (valor sugerido 6.10 m)

ii. Longitud del ciclo

$$C_0 = \frac{1.5L+5}{1-\sum_{i=1}^n Y_i} \quad (\text{Ec.1.2})$$

Donde:

C_0 = tiempo óptimo de ciclo (s)

L = tiempo total perdido por ciclo (s)

Y_i = máximo valor de la relación entre el flujo actual y el flujo de saturación para el acceso o movimiento o carril crítico de la fase i

φ = número de fases

iii. Vehículos equivalentes

El factor de ajuste por efecto de vehículos pesados, se calcula con la siguiente expresión:

$$f_{VP} = \frac{100}{100 + P_C(E_C - 1) + P_B(E_B - 1) + P_R(E_R - 1)} \quad (\text{Ec.1.3})$$

Donde:

f_{VP} = factor de ajuste por efecto de vehículos pesados

P_C = porcentaje de camiones

P_B = porcentaje de autobuses

P_R = porcentaje de vehículos recreativos

E_C = automóviles equivalentes a un camión

E_B = automóviles equivalentes a un autobús

E_R = automóviles equivalentes a un vehículo recreativo

Los volúmenes horarios mixtos, VHMD, se convierten a flujos de automóviles directos, que no dan vuelta, equivalentes por hora, q_{ADE} , mediante la siguiente expresión:

$$q_{ADE} = \frac{VHMD}{FHMD} \left(\frac{1}{f_{VP}} \right) (E_V) \quad (\text{Ec.1.4})$$

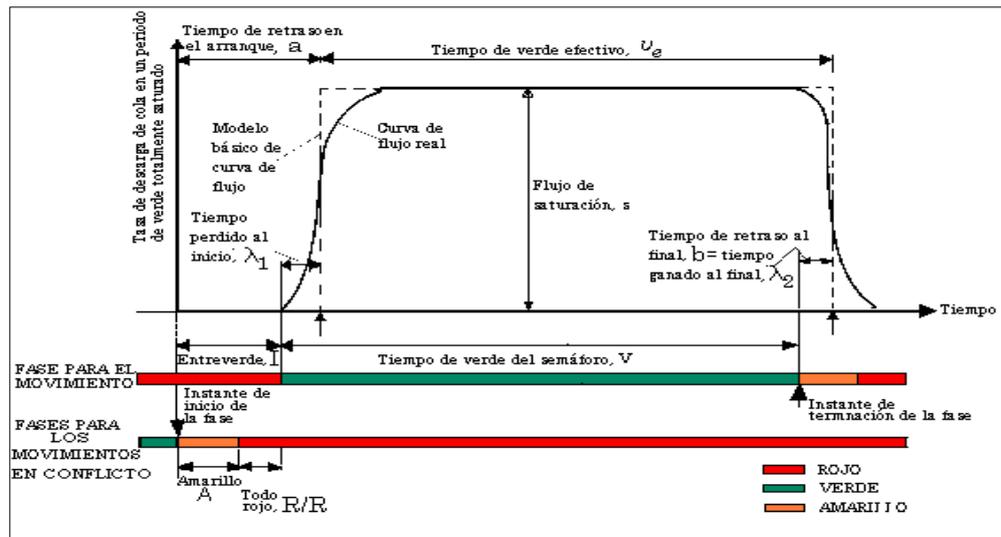
iv. Flujo de saturación y tiempo perdido

El opuesto del tiempo de aglomeración se le conoce como saturación o caudal de saturación y se representa en coche mixtos o equivalente por hora verde y por carril. (Valencia, 2000)

$$g_i = G_i + ff' - ee' \quad (\text{Ec.1.5})$$

Figura 4

Modelo básico de flujo de saturación.



Fuente: (Valencia Alaix, 2000).

El tiempo total L perdido por ciclo es:

$$L = (\sum_{i=1}^{\phi} l_i) + TR \quad (\text{Ec.1.6})$$

v. Asignación de tiempos verdes

$$g_T = C - L = C - (\sum_{i=1}^{\phi} l_i) + TR \quad (\text{Ec.1.7})$$

Donde:

g_T = tiempo verde efectivo total por ciclo disponible para todos los accesos

C = longitud actual del ciclo (redondeando C_0 a los 5 segundos más cercanos).

COORDINACIÓN DE SEMÁFOROS

La estructura de coordinación puede estar o no bajo el control del conjunto. Si es necesario, la conexión se puede realizar por cable o radio. En el control local de estos sistemas se utilizan motores síncronos o motores de inducción o dispositivos electrónicos de sincronización.

En líneas globales, los semáforos fijos en un radio de 00 metros y que regulan las mismas condiciones de tránsito, deben funcionar coordinadamente. Incluso a distancias más largas, pueden ser realistas.

Existen cuatro sistemas de coordinación de semáforos de tiempo fijo, a saber:

i. Sistema simultáneo

Al implementarse los semáforos muestran las mismas direcciones al mismo tiempo, lo que resulta útil para navegar en cruces muy cercas. En parámetros de congestión, puede funcionar mejor que la infraestructura progresiva. Los segundos de transcurrir del ciclo y su división están vigilados por las demandas de una o dos de las articulaciones más esenciales, lo que puede causar problemas complicados en otros nodos. La división velocidad/período y distancia se puede expresar de la siguiente forma:

$$V=3.6 D/C$$

DONDE:

V: velocidad de progresión entre intersecciones (km/ h)

D: distancia entre intersecciones (m)

C: duración del ciclo (s)

ii. Sistema alternado

Las señalizaciones en los cruces adyacentes, en grupos, indican direcciones alternativas a lo largo de la ruta. En el sistema simple, hay instrucciones opuestas en los semáforos cercanos. El sistema alterno doble y triple consiste en conjuntos de 2 y 3 semáforos, uno frente al otro, respectivamente. Flujo de coches mejorado en comparación con

el sistema pasado. Será más ágil si el tamaño de las pistas de atletismo es más uniforme. En estas condiciones, se puede lograr un rango del 100 % siempre que la velocidad del vehículo se exprese como:

$$V=7.2 D/C$$

No se acopla muy bien cuando los bloques son desalineados. El sistema dual disminuye el aforo de la calle a gran volumen. El sistema alternativo funciona con un solo comando, pero puedes usar comandos personalizados, lo que es más eficiente que el sistema anterior.

iii. Sistema progresivo simple o limitado

Esta estructura maneja múltiples luces en fila, a lo largo de una calle, dando un indicador verde de acuerdo al cambio de hora permitiendo que grupos de vehículos operen continuamente a una velocidad fija durante la “ola verde”. Cada cruce puede haber otra relación cíclica, pero esta relación se mantiene constante.

VOLÚMENES DE TRÁNSITO:

Los valores de inicio de volumen solicitados para cada arco incluyen el tráfico promedio total al nodo delantero, las tasas de flujo promedio que contribuyen al arco desde el nodo trasero y el flujo promedio uniforme desde el nodo frontal, estacionamiento en semibloque o fuentes no reguladas. El flujo total en un arco lo determina el medidor rotatorio en el nodo frontal, mientras que el flujo de entrada lo determina el medidor rotatorio en el nodo trasero. (Valencia Alaix, 2000).

Las cantidades de vehículos El requisito es medir masa total, caudal total por vía y desplazamientos, coches provenientes del centro del edificio (estacionamiento), coches que ingresan por los arcos traseros y tipificación del tráfico. Tenga en cuenta que no se requieren medidas para los peatones, pero se debe determinar un tiempo mínimo

en etapas para que los transeúntes crucen la calle de manera segura. (Valencia , 2000).

El volumen total se registra a lo largo del día y permite identificar diferentes períodos representativos durante el día (período de entrada pico, tiempo de salida pico, tiempo bajo, etc.) (Valencia , 2000).

Los valores de flujo de tráfico deben recopilarse en área topográfica, a no ser que se requieran valores actuales a una categoría detallada. Las balizas actuales no deben usarse si tienen más de seis meses, a no ser que hayan sido cuidadosamente calibradas para valores que se puedan generalizar de los parámetros en el lugar del estudio. (Valencia, 2000).

$$Q = \frac{N}{T} \quad (\text{Ec. 1.8})$$

Donde:

Q = vehículos que pasan por unidad de tiempo (vehículos/periodo).

N = número total de vehículos que pasan (vehículos).

T = período determinado (unidades de tiempo).

VOLÚMENES DE TRANSITO ABSOLUTOS O TOTALES:

Este es el tráfico que se clasifica según el período de tiempo definido para el cálculo, este período puede ser 12 meses, 4 semanas, 7 días, 24 horas o una hora.

- i. TRÁNSITO ANUAL (TA). - Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 365 días consecutivos. (T = 1 año).
- ii. TRÁNSITO MENSUAL (TM). - Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 30 días consecutivos. (T = 1 mes).
- iii. TRÁNSITO SEMANAL (TS). - Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 7 días consecutivos. (T = 1 semana).

- iv. TRÁNSITO DIARIO (TD). - Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 24 horas consecutivas. ($T = 1$ día).
- v. TRÁNSITO HORARIO (TH). - Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 60 minutos consecutivos. ($T = 1$ hora).
- vi. TASA DE FLUJO O FLUJO (q)
Esa es la cantidad total de coches que pasaron en menos de una 60 minutos. En este caso, $T < 1$ hora.

VOLÚMENES DE TRÁNSITO HORARIOS

Según (Cal, Reyes, & Cárdenas , 2007) En función del tiempo seleccionado, se determina el siguiente tráfico horario, expresado en vehículos por hora:

- i. Volumen horario máximo anual (VHMA)

Este es el volumen máximo por hora que se da en una determinada intersección de una vía o carretera en un 12 mes. Es decir, es la hora con mayor volumen de 8 -760 horas.

- ii. Volumen horario de máxima demanda (VHMD)

Es el número máximo de coches que transitan por un punto o parte de una vía o calzada en 1 hora consecutivos. Es una representación de los periodos de máxima demanda que se pueden dar en un día determinado.

- iii. Volumen horario-décimo, vigésimo, trigésimo-anual (IOVH, 20VH, 30VH)

La cantidad de autos por hora se produce en un punto o segmento de una pista o camino en un año específico, que supera el volumen horario de 9, 19 y 29 correspondiente. Las horas 20 y 30 son el volumen máximo.

- iv. Volumen horario de proyecto (VHP)

Es la cantidad de tráfico por hora que se utilizará para analizar las cualidades topográficas de la carretera.

Básicamente se pronostica con volumen de pronóstico por hora. No consiste en tomar el número máximo de coches por hora que pueden aparecer durante el año, ya que ello supondría una inversión demasiado elevada, sino el volumen de horas que pueden suministrarse el máximo número de veces al año, previo acuerdo en A este respecto.

SOFTWARE “SYNCHRO V.8”

Synchro es un software integral para modelar, optimizar, gestionar y simular de sistemas de transporte.

Synchro Plus es un paquete de software que incluye:

- Synchro, un análisis macroscópico y programa de optimización.
- SimTraffic, un potente y fácil de usar aplicación de software de simulación de tráfico.
- 3D Viewer, una vista tridimensional de simulaciones SimTraffic.
- SimTraffic CI, una aplicación que interactúa con una interfaz de controlador (IC) del dispositivo conectado a un controlador para simular el funcionamiento del controlador con simulado tráfico.

ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Synchro también implementa los métodos de los manuales de competencia vial 2000 y 2010 publicados recientemente. Synchro proporciona una solución fácil de usar para análisis de intersecciones individuales y programas de optimización. (Trafficware Ltd., 2011).

El software Synchro también implementa los métodos de los Road Competency Handbooks 2000 y 2010 recientemente publicados.

Synchro proporciona una solución fácil de usar para el análisis individual de intersecciones y horarios de optimización.

El software Synchro incluye un tiempo de espera para bloquear los términos de la cola de interacción. La demora total engloba la demora de control recurrente más la demora de la cola. La parte computacional es muy importante debido a que incluye la optimización como el software Synchro, debido a ello se estimara puntualmente.

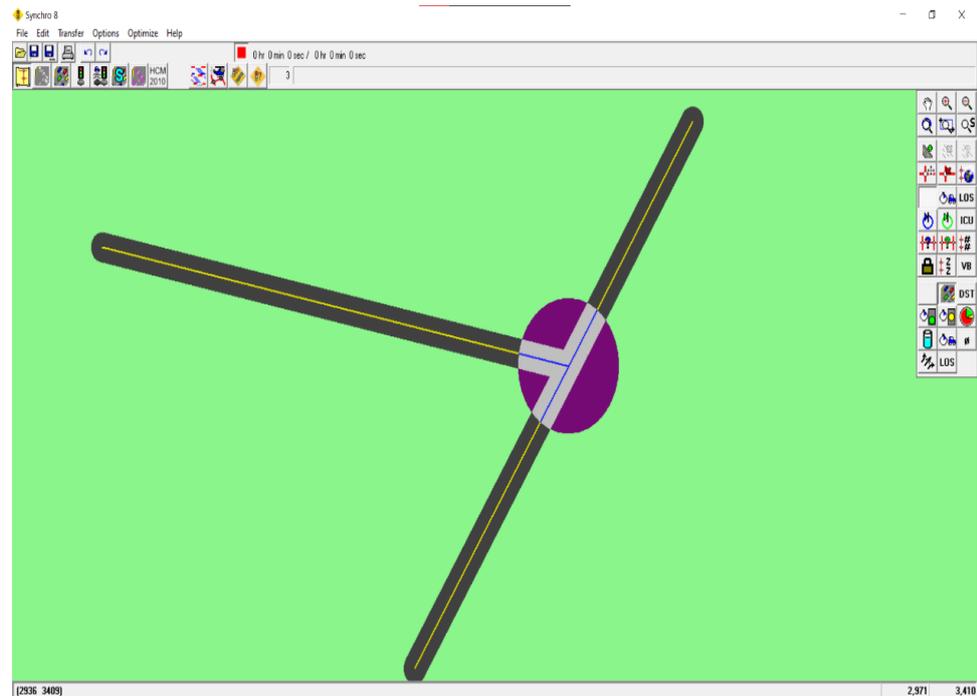
Cabe recalcar que los cálculos de energía, Synchro puede optimizar los tiempos de ciclo, las divisiones y las compensaciones, eliminando la necesidad de probar múltiples planes de tiempo para encontrar el óptimo.

CONFIGURACIÓN DE ENTRADA DE DATOS

Los valores se pueden recopilar, editar y visualizar utilizando los modificadores de entrada de datos una vez que se han creado los enlaces y los nodos en la vista MAP. Vea el cap. 2 para adquirir más datos sobre la adquisición de links. En Synchro, una fila horizontal de comando permanecerá al alcance de todos. Estos botones se emplean en intercambiar en diversas interfases de inicio de información. Los nodos de inicio están muy bajos y no se puede acceder a ellos hasta que se seleccione un link o punto en el mapa. La imagen presenta el lugar de los comandos de optimización al ingresar valores síncronos. (Trafficware Ltd., 2011).

Figura 5

Ubicación de los botone de ajuste en el software Synchro V.8.



Fuente: software Synchro V.8.

CONFIGURACIÓN DEL NODO

Para usar la configuración del botón, presione doble clic en un cruce o seleccione una intersección y presione [Enter].

La NODO ajustes permiten los siguientes valores para ser editados:

- Intersección de identidad o número de nodo.
- Zona.
- Ciclo de longitud, el tipo de control, bloqueo de los tiempos y Optimizar botones.
- Coordenadas (X, Y, Z).
- Descripción caja Nota.
- Datos de frecuencia de la señal (controlador, offset, etc.).

OPTIMIZACIONES

Panorámica de optimizaciones

Synchro tiene varias funciones de mejorar. Es importante comprender cada defecto y utilizar las optimizaciones en el orden correcto.

Consejos para mejorar Optimizaciones

Asegúrese de establecer la duración máxima del ciclo con el comando-Configuración comandos.

Los cruces congestionados acomodarán longitudes de ciclo máxima.

Si la circulación de giro a la izquierda con adelante/c mayor que 1 no están permitidos, considere realizar un giro a la izquierda protegido o prohibido en esta intersección.

Optimizar-Intersección Longitud Ciclo

El tiempo del periodo natural es la duración del ciclo más baja aceptable para una operación de cruce independiente. El tiempo de ciclo natural aparece en el parámetro de tiempo ajustes.

MARCO SITUACIONAL

El escenario en el que se realizará el estudio se ubica en la intersección del kilómetro de la autopista PE18A con la entrada al puente Joaquín Garay Figueroa en la localidad de Amarilis, en la provincia y región de Huánuco:

Departamento: : Huánuco

Provincia : Huánuco

Distrito : Amarilis

Este : 364776.00

Norte : 8903254.00

Figura 6

Imagen satelital del lugar a evaluar.



Fuente: Google Earth pro.

La zona de investigación se sitúa en una zona urbana, donde existe una gran demanda de tránsito vehicular y peatonal, debido a que es un punto de unión de dos distritos tal es el caso de Amarilis y Huánuco. siendo necesario e importante su estudio frente al desorden de tránsito vehicular-peatonal existente en dicho lugar.

2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES

Congestión: Hablamos de congestión del tráfico cuando la demanda de tráfico es más grande que el arco de la carretera, conglomerando la carretera en las horas pico. También provocan pérdida de tiempo, uso excesivo de gasolina, petróleo, gas, etc., problemas de accidente y más. (MAMANI, 2019).

Ciclo del Semáforo: El período del ciclo es el tiempo que tarda el disco semáforo en dar una vuelta completa en su programación, se repartirá en todas las señales (verde, naranja y roja) de los semáforos en los cruces de cada fase (MAMANI , 2019).

Peatón: Un transeúnte es una persona, distinta de un conductor, que camina por una vía pública. Se engloba a transeúntes los que mueven cualquier otro coche pequeño no motorizado o los que tienen movilidad

reducida para moverse con o sin silla de ruedas motorizada. (DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO, 2020).

Tránsito: acción de circular. Donde vas de un lugar a otro (Cal, Reyes Spíndola, & Cárdenas Grisales, 2007).

Aforos: Se utilizan para grabar el número de vehículos o peatones que cruzan un punto, entran en un cruce o se incorporan a un tramo de vía o vía; como carril, paso de peatones o acera (Romero & Villareal, 2017).

Semáforo: También conocidos como dispositivos de señalización colocados en las intersecciones de carreteras y otros lugares para regular el tráfico y, por tanto, el tráfico de peatones. Los primeros semáforos, diseñados por John Peake Knight, se instalaron en Londres en 1868. (ligitek, 2019).

Vehículo: es un instrumento que se utiliza para desplazarse de un lugar a otro y no solo transporta personas o cargas, impulsadas por su propio motor, tracción o fuerza humana, tienen gran variación tanto en forma como en características del punto y propósito para el cual están diseñados, es necesario estandarizar los medios, en términos de categorías para considerarlo como vehículo del proyecto; cuyas características de peso, tamaño y prestaciones sirven para establecer las guías, calles e intersecciones sobre las que se establecen (Romero & Villareal, 2017).

Vía: Las carreteras son espacios donde se inicia la saturación de vehículos. Carretera es una calle, carretera o camino abierto para uso público, así como un camino privado empleado por un grupo no identificado de peatones. (DRTC, 2019).

Intersecciones: Es el área común de dos o más vías que se cruzan a un mismo nivel. (DRTC, 2019).

Rotonda: Se trata de una intersección en la que se permite el tráfico en un sentido de rotación, lo que representa una curva pronunciada alrededor de un macizo circular o ligeramente elíptico. (DRTC, 2019).

Tráfico: la circulación de transeúntes y el tránsito de coches en calles, carreteras, vías, etc.

Fase: Esta es la parte del ciclo especificada para un ensamblaje cíclico. (Paucara , 2018).

Índice Medio Diario (IMD): (MTC, 2018) Es la media del volumen diario para un año completo, ya sea disponible en un segmento de carretera determinado. Su concepto da una idea cuantitativa de lo esencial de la vía en el tramo considerado y permite calcular la viabilidad económica.

2.4 HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL:

H1: La evaluación del nivel de servicio de la intersección utilizando el software de simulación “Synchro v8” nos ayudará optimizar los tiempos semafóricos, mejorando el flujo vehicular-peatonal; brindando niveles de servicio óptimos en la intersección del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE:

Flujo vehicular-peatonal.

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE:

El nivel de servicio.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)

Tabla 4

Sistema de variables-dimensiones e indicadores.

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
V. dependiente Flujo vehicular-peatonal.	La cantidad de vehículos y personas que transitan por la intersección.	Niveles de servicio en intersecciones con semáforos.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Modelo de tráfico. ✓ Identificación de intersecciones y aforo. ✓ Escenario actual. ✓ Geometría actual. ✓ Volúmenes actuales y futuros. 	Cuantitativa.	Óptima calidad de los procesos de aforo vehicular.

<p>V. independientes</p> <p>El nivel de servicio.</p>	<p>Calidad de flujo vehicular en una intersección semaforizada.</p>	<p>Conteo vehicular y peatonal</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Comportamiento del tránsito. ✓ Planeamiento de obras de transporte. ✓ Forma como circulan los vehículos. ✓ Flujo de tránsito. ✓ Distribución de los vehículos en una vía. 	<p>Cuantitativa.</p>	<p>Óptima calidad de los procedimientos desarrollados de los procesos de aforo vehicular.</p>
--	---	------------------------------------	---	----------------------	---

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

El siguiente proyecto de investigación será de enfoque cuantitativo, según (Hernandez , Fernandez , & Baptista Lucio, 2014), “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías”. (p.04)

El enfoque será cuantitativo porque obtendremos los datos del volumen del tránsito vehicular y peatonal como también de los tiempos semafóricos en días y horas establecidas, por tanto, se utilizará datos numéricos para posterior análisis estadístico.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El alcance del proyecto de investigación es correlacional. Según (Hernandez , Fernandez , & Baptista, 2014) Asocian variables mediante un patrón predecible para un grupo o población. (p.93)

Será correlacional porque el flujo vehicular-peatonal estará en correlación con el nivel de servicio de la intersección, los cuales son las variables de la investigación.

3.1.3. DISEÑO

El diseño del proyecto de investigación será no experimental, transversal, descriptivo y exploratoria; según (Hernandez , Fernandez , & Baptista,2014), menciona que: “El objetivo de la estimación transversal exploratoria es comenzar a identificar una variable o un conjunto de variables, una comunidad, un contexto, un evento, una situación. Este es el escaneo inicial en un momento particular.

Suelen aplicarse a problemas de investigación nuevos o poco conocidos; Además, constituyen la antesala de otros diseños (no triviales y experimentales). Las estimaciones descriptivas transversales tienen como objetivo analizar las consecuencias de las modas o niveles de una o más variables en una población. El procedimiento consiste en introducir en una o más variables un grupo de personas u otros seres vivos, objetos, situaciones, contextos, fenómenos, comunidades, etc. y proporcione su descripción. Por lo tanto, estos son estudios puramente descriptivos y, cuando se formulan hipótesis, también son de naturaleza descriptiva.

Será descriptivo y exploratoria porque los datos que recolectaremos se realizarán en un solo lugar y tiempos determinados, describiendo nuestras variables.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

POBLACIÓN

El proyecto de investigación tendrá como población a los accesos a los puentes e intersecciones semaforizadas de la ciudad de Huánuco y Amarilis.

MUESTRA

El proyecto de investigación tendrá como muestra a la intersección del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis, debido a que en esta intersección semaforizada es punto clave para la unión de dos ciudades y su nivel de congestión es alta.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1 TÉCNICAS

Para realizar el siguiente proyecto de investigación necesitaremos un aforo al tránsito vehicular - peatonal tomadas en la

intersección semaforizada, el cual se realizará guiándonos del HCM “Manual de Capacidad de Carreteras” y el Manual para estudio de Tráfico; también necesitaremos de la geometría de la intersección que lo tomaremos mediante estudios de topografía, el cual lo realizaremos usando una estación total.

3.3.2 INSTRUMENTOS

- Estación total para realizar el levantamiento topográfico y definir la geometría de la intersección en estudio
- Formatos de aforo, como instrumento de medida para el tránsito vehicular peatonal en la intersección.
- El planteamiento del método propuesto se basará en: Fichas de observación del tráfico peatonal en la calzada en ambos sentidos y capacidad direccional.
- Para cada paso de análisis, se diseñarán hojas de observación en Excel, que se utilizarán para adquirir los datos necesarios para entrar al software Synchro y adquirir datos optimizados del tránsito vehicular-peatonal.

Figura 7

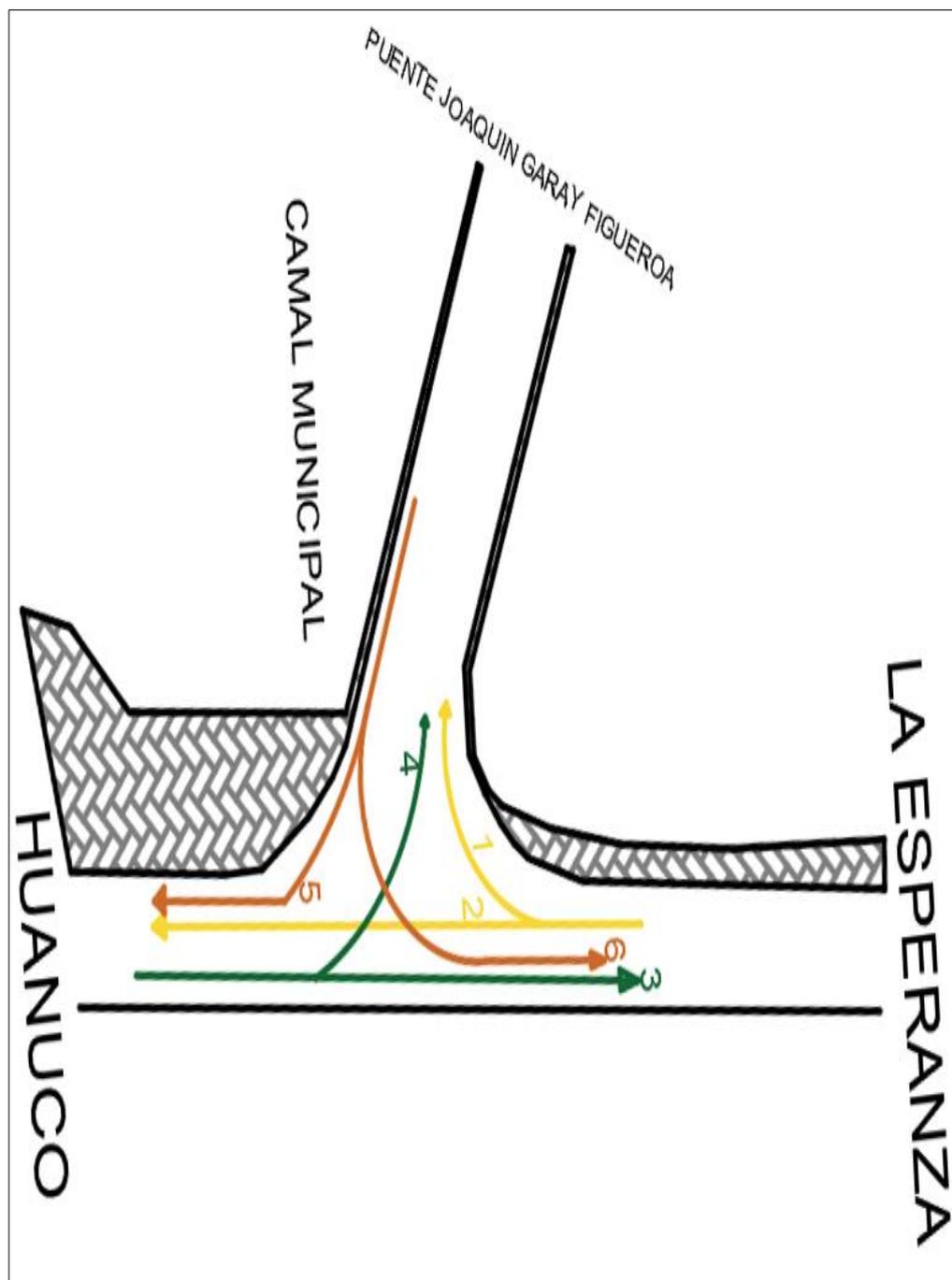
Formato de aforo vehicular.

FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR																		
TRAMO DE LA CARRETERA																		
SENTIDO																		
UBICACIÓN																		
																	DIA Y FEC	
HORA	SEN TI DO	MOTOS	MOTOTAXI	AUTO	OLECTIVO	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			TRAYLER			
						PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRA VEH.																		
7:00-7:15	1																	
	2																	
	3																	
	4																	
	5																	
	6																	
7:15-7:30	1																	
	2																	
	3																	
	4																	
	5																	
	6																	
7:30-7:45	1																	
	2																	
	3																	
	4																	
	5																	
	6																	
7:45-8:00	1																	
	2																	
	3																	
	4																	
	5																	
	6																	
8:00-8:15	1																	
	2																	
	3																	
	4																	
	5																	
	6																	
8:15-8:30	1																	
	2																	
	3																	
	4																	
	5																	
	6																	
8:30-8:45	1																	
	2																	
	3																	
	4																	
	5																	
	6																	
8:45-9:00	1																	
	2																	
	3																	
	4																	
	5																	
	6																	

Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 8

Croquis de plan y sentido de aforo vehicular.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 9

Horas y símbolos a utilizar en el aforo vehicular.

VEHICULOS				
		Unidireccio	Derecha	Izquierda
Horas	Simbolo	2,3	1, 5	4,6
07:00 - 07:15				
07:15 - 07:30				
07:30 - 07:45				
07:45 - 08:00				
08:00 - 08:15				
08:15 - 08:30				
08:30 - 08:45				
08:45 - 09:00				
12:30 - 12:45				
12:45 - 13:00				
13:00 - 13:15				
13:15 - 13:30				
13:30 - 13:45				
13:45 - 14:00				
14:00 - 14:15				
14:15 - 14:30				
17:30 - 17:45				
17:45 - 18:00				
18:00 - 18:15				
18:15 - 18:30				
18:30 - 18:45				
18:45 - 19:00				
19:00 - 19:15				
19:15 - 19:30				

Fuente: Elaboración propia (2021).

3.4 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

En la intersección semaforizada del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis, observamos que no se está brindando un nivel de servicio óptimo, ya que se observa un inminente desorden en el tránsito; en consecuencia, estudiaremos del nivel de servicio de la intersección realizando un aforo vehicular-peatonal y la geometría de la intersección realizando un levantamiento topográfico.

Posterior a la recopilación de información en la intersección semaforizada, se procesará los datos en gabinete, con la ayuda de los softwares: Excel, AutoCAD Civil 3D y el software de simulación Synchro v8 para poder mejorar los horarios de los semáforos y los niveles de servicio, y brindar soluciones a las perturbaciones del tránsito de peatones y vehículos en los cruces.

El análisis y procesamiento de los datos obtenidos en la intersección semaforizada se dará de la siguiente manera:

- Establecer las características geométricas de la intersección, procesando el levantamiento topográfico en el software AutoCAD Civil 3D.
- Hallar el Factor de Hora Pico (PHF) y el Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).
- Evaluación del ciclo óptimo de los tiempos semafóricos y comparación con los actuales.
- Determinar los tiempos verdes del semáforo.
- Hallar el Grado de Saturación por acceso y el Nivel de Servicio.
- Simulación del tránsito vehicular peatonal mediante el software Synchro V.8.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El levantamiento topográfico se realizó empleando la estación total modelo “NTS 382 R10L SOUTH” en la que el equipo técnico de topografía realizó el levantamiento planimétrico y altimétrico del puente Joaquín Garay y su intersección con el Km 4 de la carreta PE-18A, provistos del material como prisma con precisión de 30mm, GPS “modelo Garmin”. Para realizar el levantamiento se estableció un operador y un prismo. De la planimetría obtuvimos el área y las longitudes del puente y de la altimetría obtuvimos la elevación o pendiente. Para la realización del levantamiento topográfico se realizaron un cambio de estación y el prisma se colocó a cada 20pies para poder caracterizar mejor el puente. En la imagen 6 se muestra el modelo de estación utilizado, en la imagen 7 y 8 se muestran las coordenadas (este, norte, latitud) obtenidos del levantamiento topográfico y en la figura 9 se detalla el plano topográfico.

Figura 10

Estación total modelo “NTS 382 R10L SOUTH”.



Fuente: Obtenido del informe topográfico (2021).

Figura 11

Puntos visados en la estación 01.

PUNTO	ESTE	NORTE	LATITUD	ESTACION
1	364921.9661	8903220.901	1894.5137	BM-1
2	364948.2089	8903206.548	1894.5197	BM-1
3	364964.4273	8903197.511	1894.5523	BM-1
4	364982.2859	8903187.8	1894.567	BM-1
5	365007.3513	8903173.783	1894.6513	BM-1
6	365014.2433	8903180.69	1894.982	BM-1
7	364989.08	8903194.797	1894.7915	BM-1
8	364969.7924	8903204.869	1894.6468	BM-1
9	364951.7156	8903214.714	1894.5962	BM-1
10	364939.0835	8903222.176	1894.573	BM-1
11	364934.8251	8903234.417	1894.3459	BM-1
12	364924.261	8903238.538	1894.4837	BM-1
13	364906.6071	8903239.472	1894.5278	BM-1
14	364890.1359	8903248.35	1894.5777	BM-1
15	364873.7853	8903257.076	1894.6434	BM-1
16	364862.9824	8903262.94	1894.6273	BM-1
17	364853.4264	8903267.968	1894.7211	BM-1
18	364847.5622	8903260.865	1894.5871	BM-1
19	364862.9236	8903252.66	1894.5548	BM-1
20	364877.1971	8903244.712	1894.6064	BM-1
21	364890.2395	8903237.172	1894.6554	BM-1
22	364910.651	8903226.266	1894.6636	BM-1
23	364934.7449	8903234.305	1894.3495	BM-1
24	364947.966	8903245.43	1894.09	BM-1
25	364959.6952	8903255.122	1893.8332	BM-1
26	364984.9857	8903276.422	1893.4625	BM-1
27	364990.717	8903290.094	1893.3106	BM-1
28	364978.8544	8903285.062	1893.476	BM-1
29	364969.6226	8903275.694	1893.5156	BM-1
30	364956.8978	8903265.156	1893.7657	BM-1
31	364945.2356	8903255.552	1894.0028	BM-1
32	364945.2305	8903255.547	1894.0028	BM-1
33	364924.2502	8903238.561	1894.4637	BM-1

Fuente: Obtenido del informe topográfico (2021).

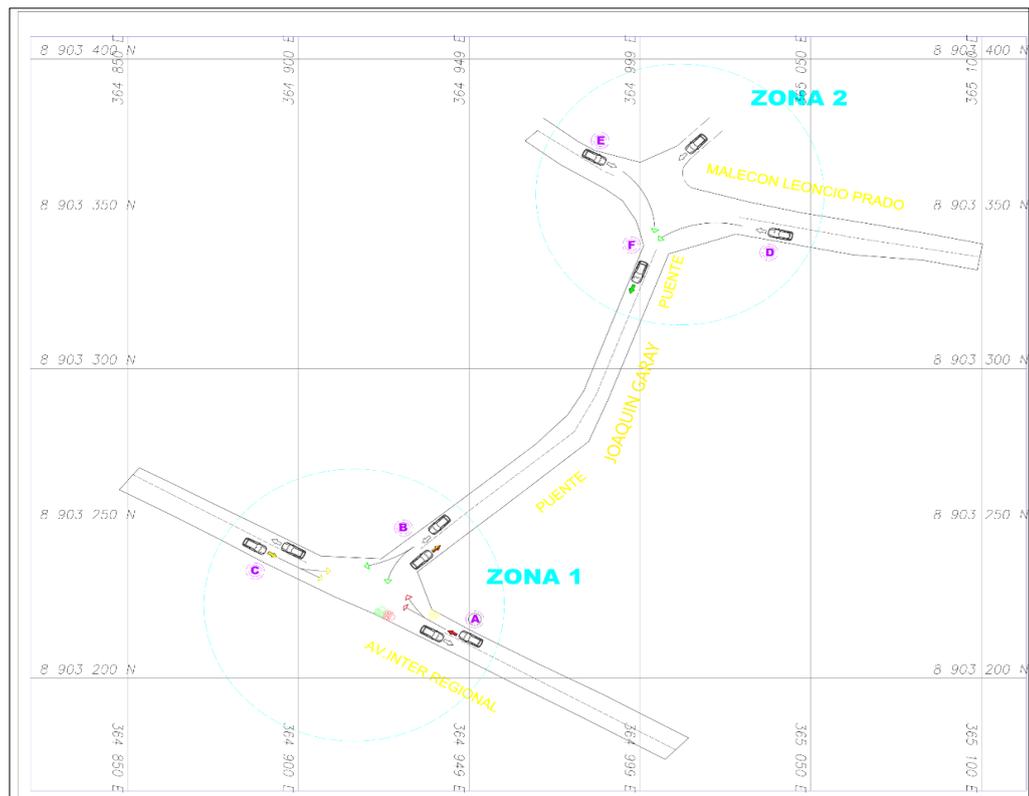
Figura 12

Fases y diagrama de fases en una intersección con semáforo.

PUNTO	ESTE	NORTE	LATITUD	ESTACION
1	364714.7872	8903337.742	1887.8589	BM-1
2	364715.7995	8903322.968	1887.795	BM-1
3	364723.3956	8903323.786	1887.8193	BM-1
4	364728.8688	8903273.986	1887.8893	BM-1
5	364721.1044	8903273.063	1887.9192	BM-1
6	364706.3926	8903258.511	1887.8925	BM-1
7	364689.2366	8903253.7	1887.6651	BM-1
8	364672.7592	8903249.08	1887.2967	BM-1
9	364653.7347	8903241.429	1887.1058	BM-1
10	364638.072	8903237.101	1886.9802	BM-1
11	364640.4809	8903228.891	1887.1133	BM-1
12	364657.4273	8903233.455	1887.2485	BM-1
13	364671.9192	8903237.639	1887.422	BM-1
14	364691.6701	8903243.553	1887.6534	BM-1
15	364707.4936	8903247.517	1887.7657	BM-1
16	364724.5693	8903250.975	1887.9427	BM-1
17	364742.1939	8903250.874	1888.1658	BM-1
18	364734.5637	8903240.784	1888.1924	BM-1
19	364729.2858	8903242.795	1888.1652	BM-1
20	364729.8312	8903245.918	1888.0905	BM-1
21	364729.0476	8903248.061	1888.1103	BM-1
22	364755.5766	8903252.968	1888.2733	BM-1
23	364761.0253	8903252.599	1888.3185	BM-1
24	364773.3245	8903254.752	1888.4494	BM-1
25	364775.0367	8903259.377	1888.5029	BM-1
26	364762.5123	8903261.565	1888.4464	BM-1
27	364747.0255	8903262.689	1888.3371	BM-1
28	364740.9491	8903263.812	1888.2819	BM-1
29	364734.4808	8903267.771	1888.0633	BM-1
30	364731.6776	8903270.712	1887.9648	BM-1
31	364728.864	8903273.991	1887.907	BM-1
32	364728.864	8903273.99	1887.907	BM-1

Fuente: Obtenido del informe topográfico (2021).

Figura 13
Plano topográfico.



Fuente: Obtenido de informe topográfico (2021).

AFORO VEHICULAR

El aforo de los vehículos se realizó empleando plantillas las cuales fueron elaboradas por el equipo técnico encargado del aforado y emplearon materiales como lapiceros, chalecos de identificación, plantillas elaboradas en gabinete y tableros. El desarrollo del aforado se realizó empleando las normativas correspondientes. Para el aforado se emplearon 01 personas por estación por 6 días, teniendo en consideración las horas donde hay más flujo vehicular.

- ❖ De 7.00 am a 9 am
- ❖ De 12.30 pm a 14.30 pm
- ❖ De 17.30 pm a 19.30 pm

AFORO VEHICULAR REALIZADO

El conteo vehicular o aforado vehicular que abarca al Puente Joaquín Garay Figueroa y la intersección del Km 4 de la carretera PE-18^a se realizó durante 6 días, y el 7mo día se estimó teniendo en consideración los 6 días aforados. Las horas en las que se procedió a realizar el aforado fue iniciando a las 7.00am hasta las 19.30 pm, estos datos se partitionaron en intervalos de tiempos constantes e iguales de 15minutos respectivamente, donde el objetivo fue hallar la hora más crítica o con más incidencia de tráfico vehicular. En las siguientes imágenes se muestran los aforos vehiculares realizados donde se consideraron los que seguían un sentido unidireccional, bidireccional y las que giraban a la izquierda y / o derecha.

Figura 14

Aforo vehicular del lunes 29/03/21.

HOJA DE CONTEO VEHICULAR

INTERSECCION: PUENTE JOAQUIN GARAY - CARRETERA CENTRAL
 APROXIMACION: CAMAL MUNICIPAL DE HUANUCO
 DISTRITO: AMARILIS

FECHA: 29/03/2021
 DIA: LUNES

HORAS DE	AUTOS					BUS					MICROS					CAMIONETA					CAMION					MOTOTAXI					COLECTIVOS					MOTO LINEAL					TRAILER					TOTAL TOTAL X HORA									
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3		4	5	6						
7:00-7:15	32	12	16	8	4	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	8	11	2	3	2	1	11	9	1	4	2	44	46	26	28	75	9	30	13	8	12	16	37	41	27	16	21	9	26	0	1	0	0	0	0	544
7:15-7:30	30	14	15	9	5	22	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	14	9	10	4	3	3	0	11	10	0	5	3	47	25	30	73	12	31	15	10	11	15	36	39	28	20	22	3	30	0	1	0	0	0	0	0	665
7:30-7:45	29	15	18	7	6	24	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	15	4	15	4	4	3	0	12	12	2	5	2	52	45	25	32	78	8	29	14	12	13	15	40	42	26	21	19	7	29	0	1	1	0	0	0	589
7:45-8:00	28	13	15	5	4	21	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	14	6	10	2	1	4	1	13	11	1	6	1	49	48	27	31	81	6	28	12	12	14	17	41	44	27	23	18	5	28	0	1	2	0	0	0	671 2989
8:00-8:15	27	10	14	5	5	21	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	13	4	9	1	3	4	0	14	12	0	4	2	45	45	25	33	38	12	26	15	10	11	18	37	23	28	20	21	6	23	0	0	1	0	0	0	588 3201
8:15-8:30	26	10	15	4	3	20	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	11	8	9	0	3	3	1	13	10	0	4	2	44	45	24	28	36	6	35	13	11	12	14	32	36	30	15	14	5	22	0	2	0	0	0	0	570 4264
8:30-8:45	25	9	13	5	4	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	10	0	2	3	1	13	9	0	2	1	42	40	24	29	37	10	36	11	9	10	13	29	43	20	18	17	6	25	0	1	1	0	0	0	548 5828
8:45-9:00	27	10	13	4	4	15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10	5	11	1	2	2	2	10	8	1	3	0	44	43	25	28	32	8	34	10	10	12	15	32	42	21	16	23	6	20	0	0	2	0	0	0	553 7970
12:30-12:45	24	13	11	5	3	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	4	11	1	2	1	1	12	11	1	1	1	45	32	25	28	32	9	34	15	11	10	16	35	43	17	15	21	9	26	0	2	0	0	0	0	555
12:45-13:00	28	14	10	7	4	19	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	12	6	10	3	2	2	0	13	10	0	1	0	44	25	24	24	25	9	36	16	13	8	17	36	44	18	19	22	3	30	0	1	0	0	0	0	557
13:00-13:15	31	12	13	5	5	21	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	13	8	13	3	4	2	1	11	15	1	2	1	26	21	22	30	21	12	38	14	15	11	18	41	42	16	20	19	7	29	0	1	1	0	0	0	539
13:15-13:30	35	12	10	3	3	20	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	14	7	12	1	4	3	0	14	10	1	1	2	44	25	21	28	25	8	42	18	12	13	16	43	43	17	22	15	5	28	0	1	2	0	0	0	585 9444
13:30-13:45	40	14	9	3	4	18	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	14	7	10	1	3	3	2	7	9	0	2	1	41	26	24	32	26	6	36	15	10	10	15	39	23	18	19	21	6	23	0	0	1	0	0	0	539 9992
13:45-14:00	32	11	10	2	2	13	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	11	4	10	0	3	3	0	9	9	2	2	1	38	25	22	29	25	8	38	12	11	9	16	36	33	20	14	14	5	22	0	2	0	0	0	0	505 10443
14:00-14:15	30	10	8	3	3	14	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10	3	9	1	3	2	0	7	10	1	2	2	40	28	20	36	28	6	36	13	9	8	14	38	43	12	16	17	6	25	0	1	1	0	0	0	510 10918
14:15-14:30	25	11	8	2	3	13	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	11	4	7	1	2	1	1	9	11	1	3	1	39	25	18	31	29	9	38	11	10	10	12	32	42	14	13	23	6	20	0	0	2	0	0	0	500 10659
17:30-17:45	18	14	10	6	4	17	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	12	3	10	1	4	2	1	10	11	8	5	1	36	24	16	18	22	8	40	16	8	12	16	20	36	27	15	19	8	15	0	2	1	0	0	0	497
17:45-18:00	21	15	11	6	3	15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	13	5	9	0	3	1	0	12	10	11	3	0	34	21	17	20	25	9	43	17	7	9	17	21	33	29	20	18	2	20	0	2	1	0	0	0	504
18:00-18:15	20	13	14	6	4	19	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	13	7	12	1	4	0	1	11	13	13	1	2	28	20	18	21	26	7	44	15	9	11	18	22	37	26	21	19	5	19	0	2	2	0	0	0	537
18:15-18:30	24	13	11	4	5	18	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	5	10	1	4	1	0	17	12	17	5	1	33	20	21	20	25	5	42	19	6	13	16	18	39	28	22	14	4	18	0	1	3	0	0	0	535 8700
18:30-18:45	22	15	10	4	6	15	0	2	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	13	5	9	3	2	2	1	18	10	18	3	2	35	23	22	21	22	6	38	16	7	10	15	19	23	31	20	17	4	13	0	3	2	0	0	0	512 9208
18:45-19:00	21	12	9	3	3	16	0	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	11	2	8	2	3	3	0	15	10	16	3	1	30	24	23	23	18	7	40	11	8	9	16	18	31	30	16	16	3	12	0	2	2	0	0	0	484 9835
19:00-19:15	18	11	9	4	5	14	0	2	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	11	3	7	1	5	2	1	16	9	10	1	0	28	21	21	24	15	6	36	12	6	8	14	15	30	20	18	17	6	15	0	3	3	0	0	0	451 10193
19:15-19:30	15	12	10	3	5	12	0	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10	3	6	1	4	1	1	14	7	12	2	1	25	20	17	19	18	8	30	10	6	11	15	14	27	21	15	15	11	0	3	3	0	0	0	0	418 9868
HPAM	114	62	65	28	20	68	0	1	1	0	0	59	23	41	13	11	41	1	50	45	3	20	6	194	197	103	126	270	38	114	56	44	49	65	154	148	109	84	80	21	110	0	3	4	0	0	0	49310							
HPPM	134	52	42	18	16	78	0	1	1	0	0	53	28	45	0	13	10	3	47	44	2	6	4	155	97	91	84	97	34	152	63	50	43	65	159	152	69	80	80	21	110	0	3	4	0	0	0	47779							
HPPM	87	56	46	20	18	67	0	4	3	0	0	52	22	40	5	13	4	2	58	45	59	12	5	140	84	78	82	98	27	167	67	29	43	68	80	132	114	83	72	15	70	0	8	8	0	0	0	418 9868							
TOTAL	1835																	813							775					3866							2786							2973						64					

Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 15

Aforo vehicular del martes 30/03/21.

Figura 20

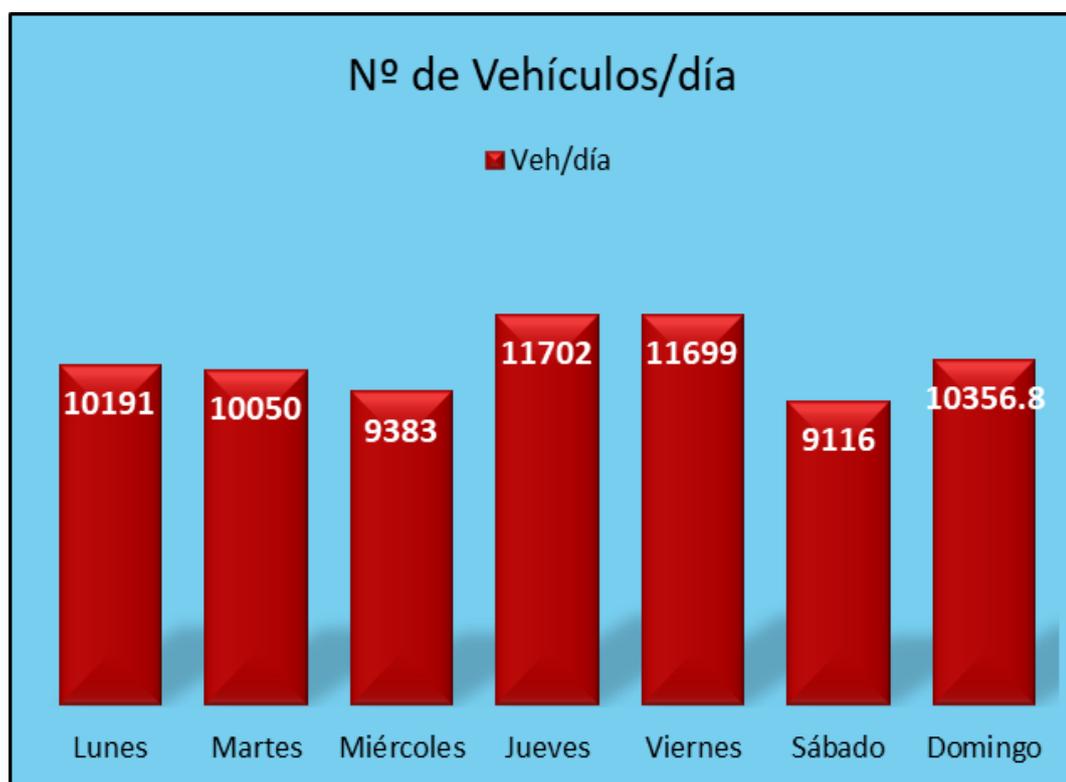
Índice medio diario semanal.

	Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL	IMD _s	SUMA	FC	TOTAL
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo					
LIVIANOS	AUTO	1835	1705	1559	1554	2123	1562	1723	12061	1723.00	9322.17	Vehículos ligeros (FC=1.02022)	9510.68
	BUS	28	35	35	36	35	42	35.17	246.17	35.17			
	MICRO	34	51	47	61	47	62	50.33	352.33	50.33			
	CAMIONETA	813	713	587	1245	1101	610	844.83	5913.83	844.83			
	MOTOTAXI	3856	3741	3574	4318	4174	2994	3776.17	26433.17	3776.17			
	COLECTIVO	2786	2946	2498	3218	3074	2834	2892.67	20248.67	2892.67			
PESADOS	CAMION	775	797	1026	1207	1086	941	972.00	6804.00	972.00	1034.67	Vehículos pesados (FC=1.06)	1101.62
	TRAYLER	64	62	57	63	59	71	62.67	438.67	62.67			
	TOTAL	10191	10050	9383	11702	11699	9116	10356.83	72497.83	10357			10612.30

Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 21

Variación diaria.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 22

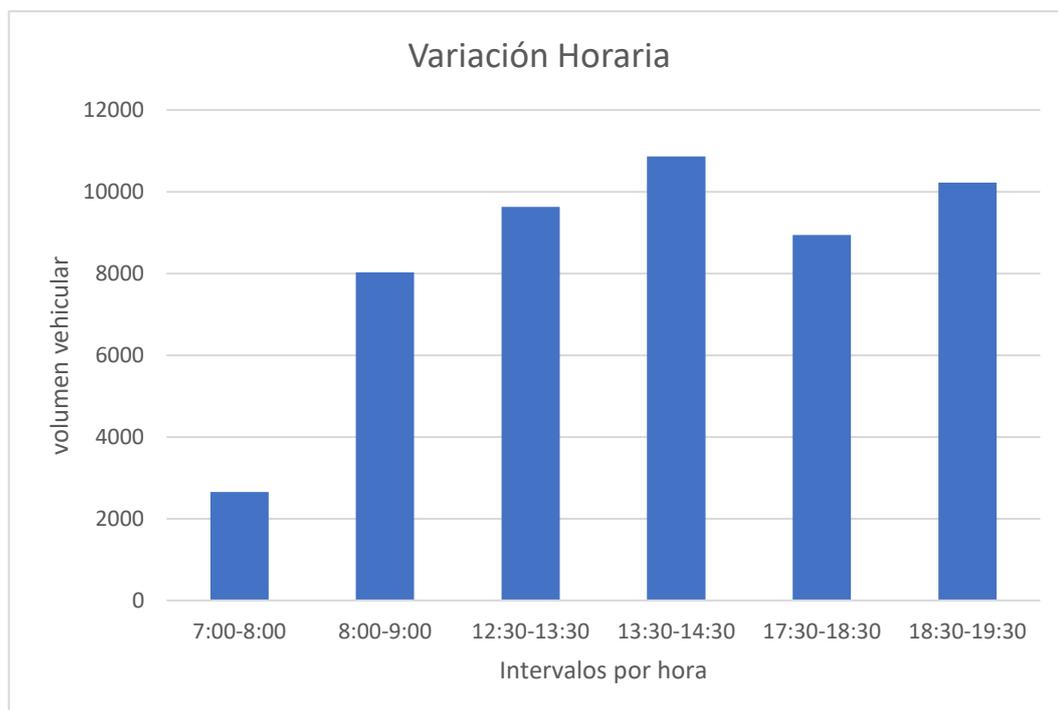
Variación horaria.

Horas de Control	Días de la semana									
	Lunes	Martes	Miercol	Jueves	Viernes	Sabado	Doming	Semana	Promedio	%
7:00-8:00	2669	2576	2527	2996	2959	2191	2653	18571	2653	5.27%
8:00-9:00	7970	7679	7486	9105	9001	6929	8028	56198	8028	15.95%
12:30-13:30	9444	9122	8941	10884	10769	8608	9628	67396	9628	19.13%
13:30-14:30	10659	10291	9989	12303	12183	9759	10864	76048	10864	21.58%
17:30-18:30	8700	8425	8167	10012	9934	8420	8943	62601	8943	17.77%
18:30-19:30	9868	9686	9246	11459	11371	9690	10220	71540	10220	20.30%
Total	49310	47779	46356	56759	56217	45597	50336	352354	50336	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 23

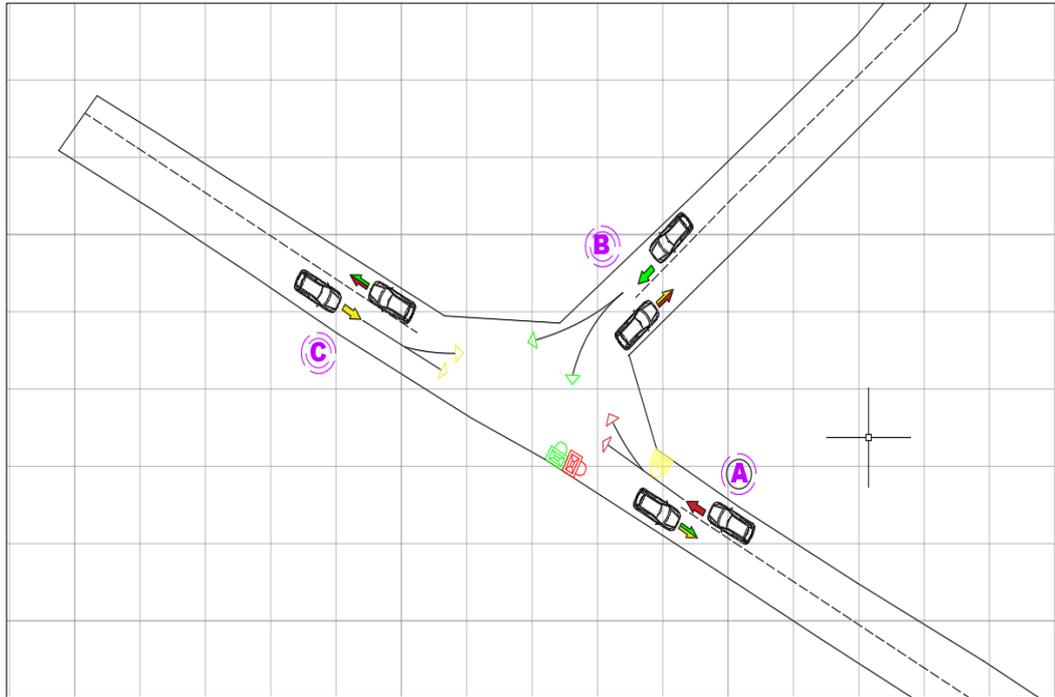
Variación por intervalos de una hora.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 24

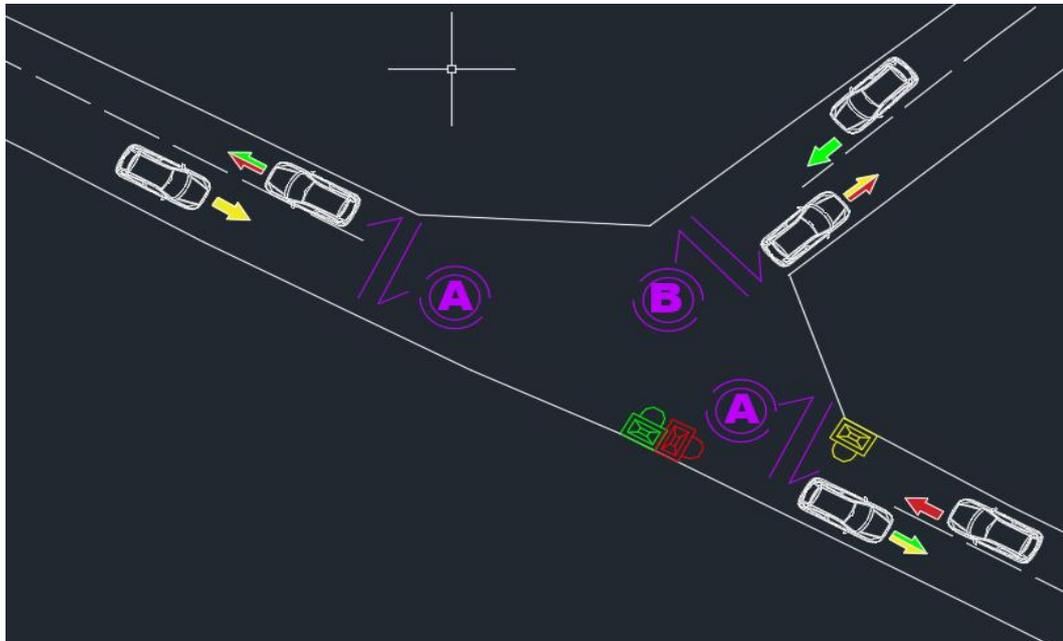
Flujograma de tránsito vehicular.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 25

Flujograma de tránsito peatonal.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 26

Aforo peatonal en horas críticas.

Horas de Control	Turno	Sentido	Sentido	Total de peatones por hora
		A	B	
7:00-8:00	mañana	37	63	100
8:00-9:00		51	102	153
12:00-13:00	tarde	29	49	78
13:00-14:00		43	91	134
17:30-18:30	noche	41	84	125
18:30-19:30		46	92	138
		Total por día		728
		maximo numero		138

Fuente: Adaptado de estudio.

Figura 27

Datos para el diseño.

NºPeatones /H	NºPeatones /min	Redondear	Nivel de servicio
138	2.3	2	A
Velocidad(m/s)	Espacio(m ² /peaton)	Longitud(m,h=2m)	
1.31	5.5	1.85	

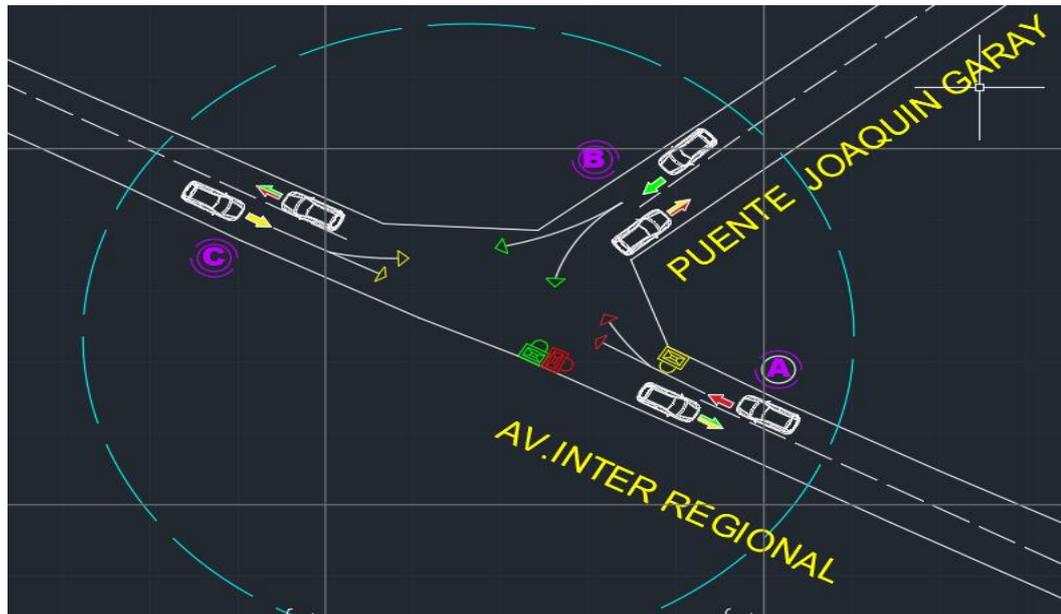
Fuente: Elaboración propia (2021).

VOLUMEN DE TRANSITO VEHICULAR HORARIO EN EL MOMENTO DEL AFORADO VEHICULAR REALIZADO DEL 25/03/21 AL 31/03/21

- ❖ Intersección del Km 4 de la carretera PÉ-18A con acceso al Puente Joaquín Garay Figueroa.

Figura 28

Direcciones de flujo vehicular.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 29

Identificando el día y la hora más crítica.

Horas de Control	Días de la semana							Semana	Promedio	%
	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo			
7:00-8:00	2669	2576	2527	2996	2959	2191	2653	18571	2653	5.27%
8:00-9:00	7970	7679	7486	9105	9001	6929	8028	56198	8028	15.95%
12:30-13:30	9444	9122	8941	10884	10769	8608	9628	67396	9628	19.13%
13:30-14:30	10659	10291	9989	12303	12183	9759	10864	76048	10864	21.58%
17:30-18:30	8700	8425	8167	10012	9934	8420	8943	62601	8943	17.77%
18:30-19:30	9868	9686	9246	11459	11371	9690	10220	71540	10220	20.30%
Total	49310	47779	46356	56759	56217	45597	50336	352354	50336	100.00%
	21.62%	21.54%	21.55%	21.68%	21.67%	21.40%	21.58%	21.58%	21.58%	

Fuente: Elaboración propia (2021).

Comentario: Como se aprecia de la Figura 28 el día más crítico o con mayor flujo vehicular es el jueves y la hora más crítica son de 13:30 hasta 14:30.

Figura 30

Flujo o volumen vehicular en hora pico.

		SENTIDOS						
		Se detalla en el croquis de aforado						
		1	2	3	4	5	6	7
Hora		Flujo vehicular						
13:30	- 14:30	675	370	357	309	277	388	396

Fuente: Elaboración propia.

❖ Estimando flujo vehicular dentro de 20 años

Para realizar este cálculo tenemos en consideración la tasa de crecimiento población el cual es regulado por el (INEI).

Figura 31

Datos de crecimiento poblacional del INEI.

Provincia	2007		2017		Variación intercensal 2007-2017		Tasa de crecimiento promedio anual
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	
Total	762 223	100,0	721 047	100,0	-41 176	-5,4	-0,6
Huánuco	270 233	35,5	293 397	40,7	23 164	8,6	0,8
Ambo	55 483	7,3	50 880	7,1	-4 603	-8,3	-0,9
Dos de Mayo	47 008	6,2	33 258	4,6	-13 750	-29,3	-3,4
Huacaybamba	20 408	2,7	16 551	2,3	-3 857	-18,9	-2,1
Huamalíes	66 450	8,7	52 039	7,2	-14 411	-21,7	-2,4
Leoncio Prado	116 965	15,3	127 793	17,7	10 828	9,3	0,9
Marañón	26 620	3,5	26 622	3,7	2	0,0	0,0
Pachitea	60 321	7,9	49 159	6,8	-11 162	-18,5	-2,0
Puerto Inca	31 032	4,1	32 538	4,5	1 506	4,9	0,5
Lauricocha	35 323	4,6	18 913	2,6	-16 410	-46,5	-6,1
Yarowilca	32 380	4,2	19 897	2,8	-12 483	-38,6	-4,8

Fuente: Adaptado del Instituto Nacional de Estadística e Informática.

Procederemos a calcular el factor de crecimiento (GF) el cual consiste en elevar un numero al que llamaremos “X” a la potencia “Y”.

$$\text{Factor de crecimiento (GF)} = (X)^Y$$

Donde:

$$X = 1+r$$

Y= Número de años, para este caso tomaremos y = 20años

r= Tasa de crecimiento = 0.8 %

Operando la formula se obtiene

$$GF = 1.173$$

Figura 32

Volumen horario critico proyectado a 20 años.

		Sentidos						
		Se detalla en el croquis de aforado						
		1	2	3	4	5	6	7
	Hora	Flujo vehicular						
Actual	13:30 - 14:30	675	370	357	309	277	388	396
Factor	Crecimiento (G F)	GF = 1.173						
En 20años	13:30 - 14:30	792	434	419	362	325	455	465

Fuente: Elaboración propia (2021).

SIMULACIÓN VIRTUAL EN EL SOFTWARE SYNCHRO V.8

El Software Synchro V.8 es un programa muy usado en el análisis del tráfico y/o congestión vehicular ello debido a que cuenta con un simulador dinámico el cual necesita datos puntuales como volumen de tránsito vehicular , geometría del puente o carretera , pendiente , tiempos de los semáforos y en base a ello puede simular la situación actual , y una vez identificado la problemática , puede optimizar y mejorar la movimiento vehicular optimizando

el nivel de servicio , optimizando el tiempo de cambio de los semáforos lo cual se refleja en la reducción de la cola .

Cabe recalcar que el Software no es un software, pero una de las ventajas o facilidades que da es poder usarlo por un tiempo en su versión demo. El cual hemos usado para la realización del presente trabajo.

Figura 33

Vista general del Software Synchro V.8.

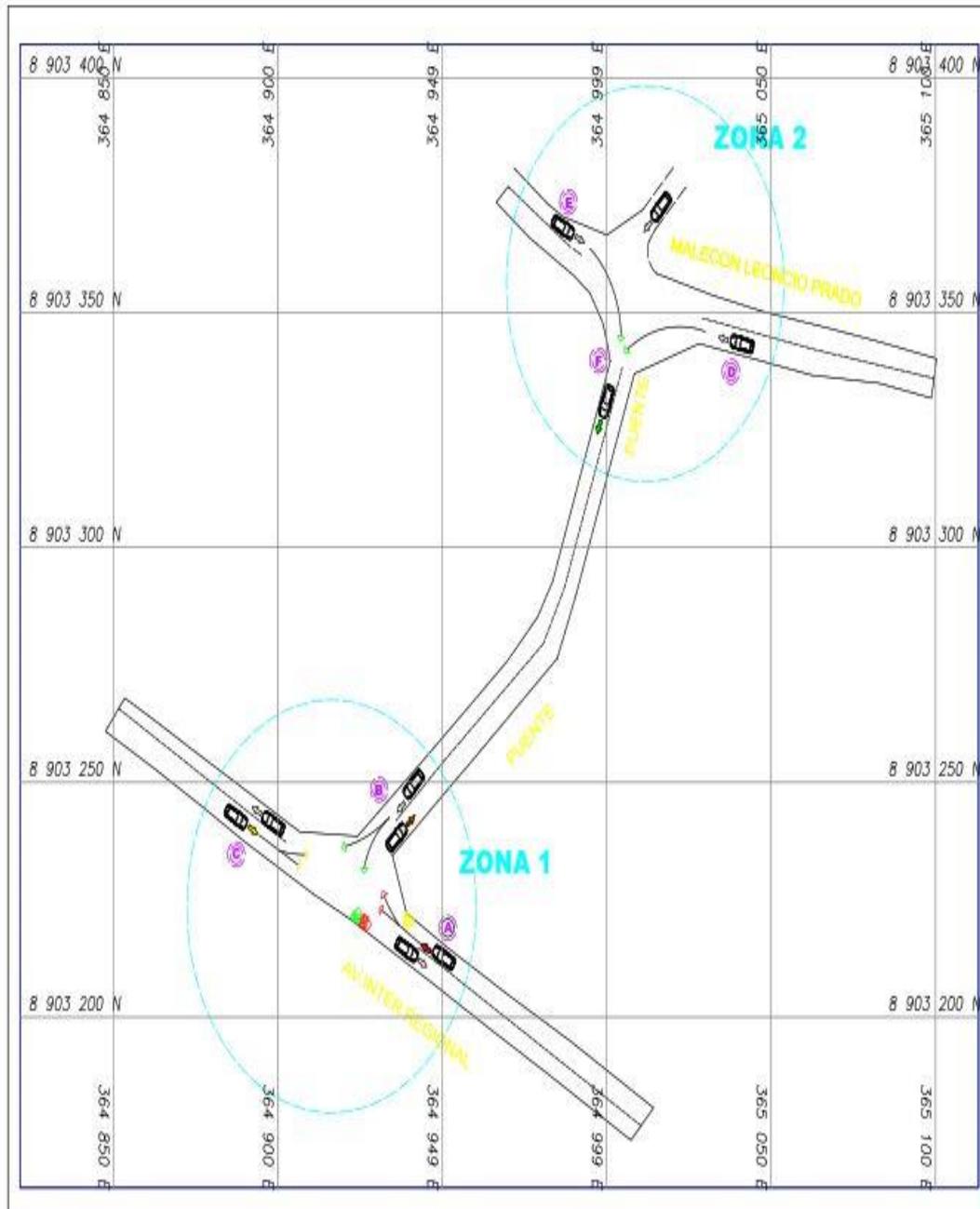


Fuente: Adaptado de software Synchro V.8.

Comentario: Al abrir el software nos encontramos con una interfaz amigable y muy intuitiva , el cual consta de dos barras de comandos , la primera barra de comandos lo ubicamos en la parte superior , donde encontramos el botón File , Edit , Transfer , Options ,Optimize , Help ,en estas barras podemos guardar el archivo , insertar la imagen plantilla , analizar los tiempos semaforicos y poder optimizarlos .La segunda barra de comandos lo encontramos en el margen superior derecho en esta parte podremos insertar la vía de análisis , poder mover la plantilla , poder ampliar y reducir la plantilla , etc.

Figura 34

Plano de Intersección del Km 4 de la carretera PE-18A con el acceso a puente Joaquín Garay Figueroa.



Fuente: Obtenido del estudio topográfico (2021).

Figura 35

Imagen de Intersección del Km 4 de la carretera PE-18A con el acceso a puente Joaquín Garay Figueroa.

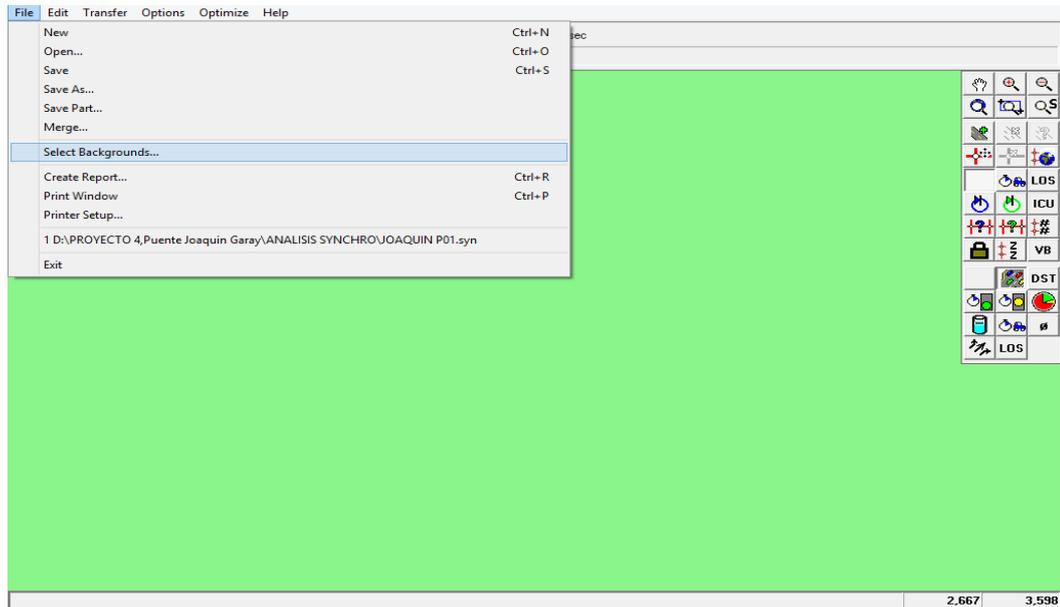


Fuente: Adaptado de Google Earth Pro (2021).

Comentario: Para el análisis en el software Synchro V.8 se necesita una plantilla el cual puede ser un plano a escala o también puede ser una imagen en Google Earth. Para la presente tesis vamos a usar una imagen tomada de Google Earth pro y también nos apoyaremos del plano topográfico realizado de donde tomaremos las medidas con precisión y la respectiva pendiente la cual es indispensable para un correcto análisis en el software Synchro V.8.

Figura 36

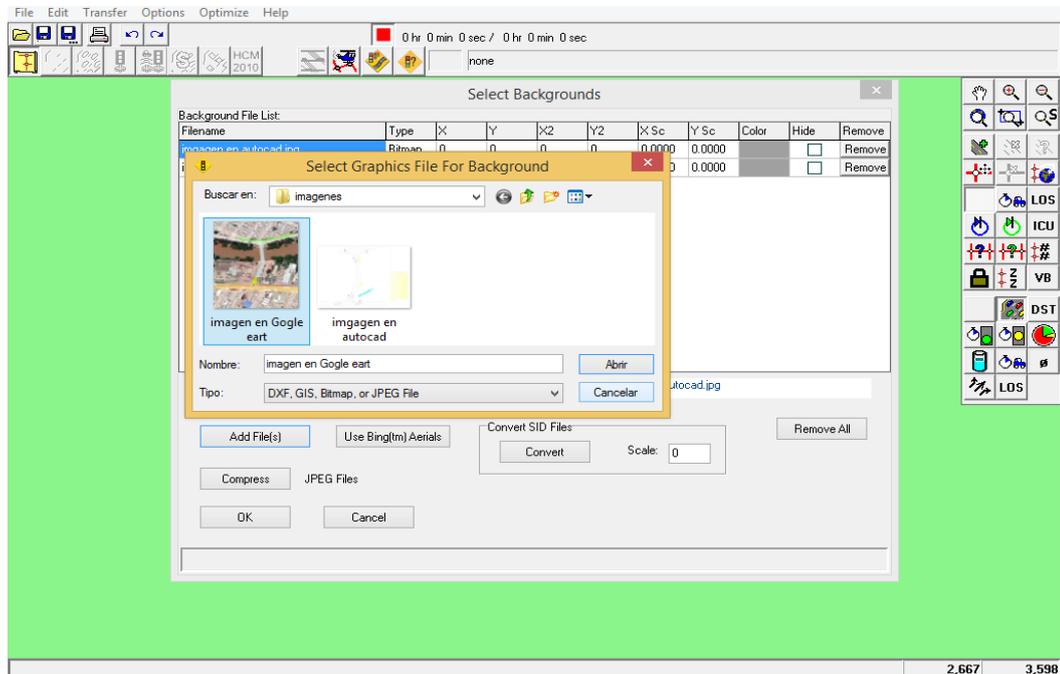
Procedemos a cargar la imagen satelital al Software Synchro V.8.



Fuente: Adaptado de Synchro V.8 (2021).

Figura 37

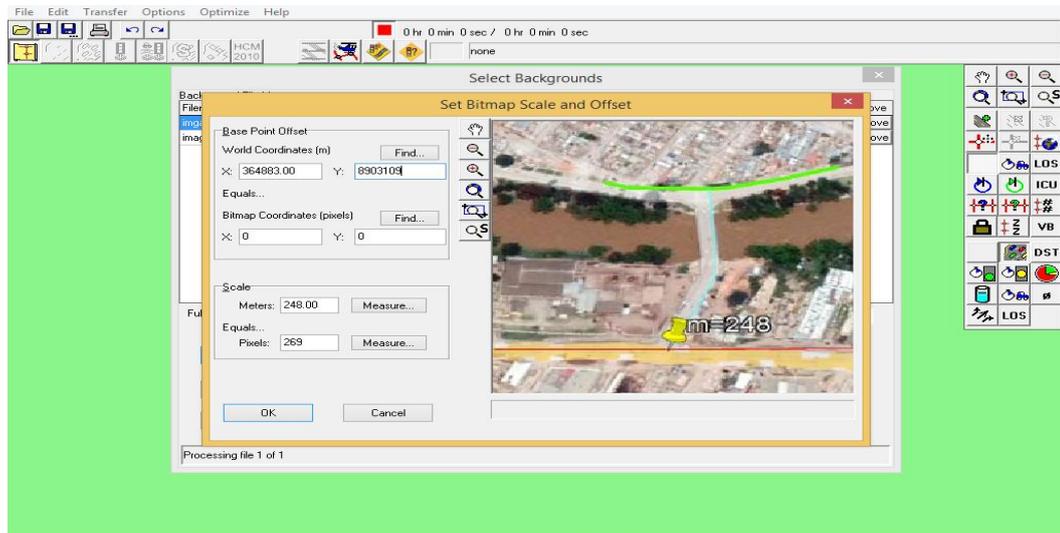
Insertamos la imagen satelital.



Fuente: Adaptado de Synchro V.8 (2021).

Figura 38

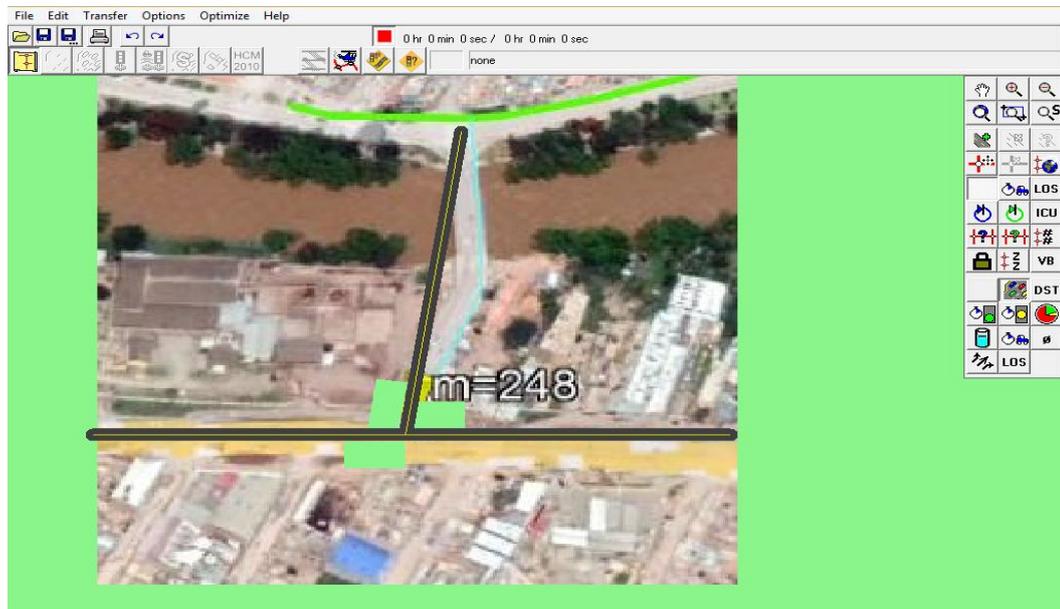
Insertar la longitud horizontal a escala real y una coordenada de referencia.



Fuente: Adaptado de Synchro V.8 (2021).

Figura 39

Dibujamos las intersecciones.



Fuente: Adaptado de Synchro V.8 (2021).

COMENTARIO: Seleccionamos en el (botón Add Link) y procedemos a dibujar las longitudes e intersecciones del Km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al Puente Joaquín Garay Figueroa.

Figura 40

Caracterizamos los sentidos del flujo vehicular en un mapa o croquis.



Fuente: Adaptado de AutoCAD (2021).

Figura 41

Asignamos los sentidos teniendo en consideración el croquis elaborado.

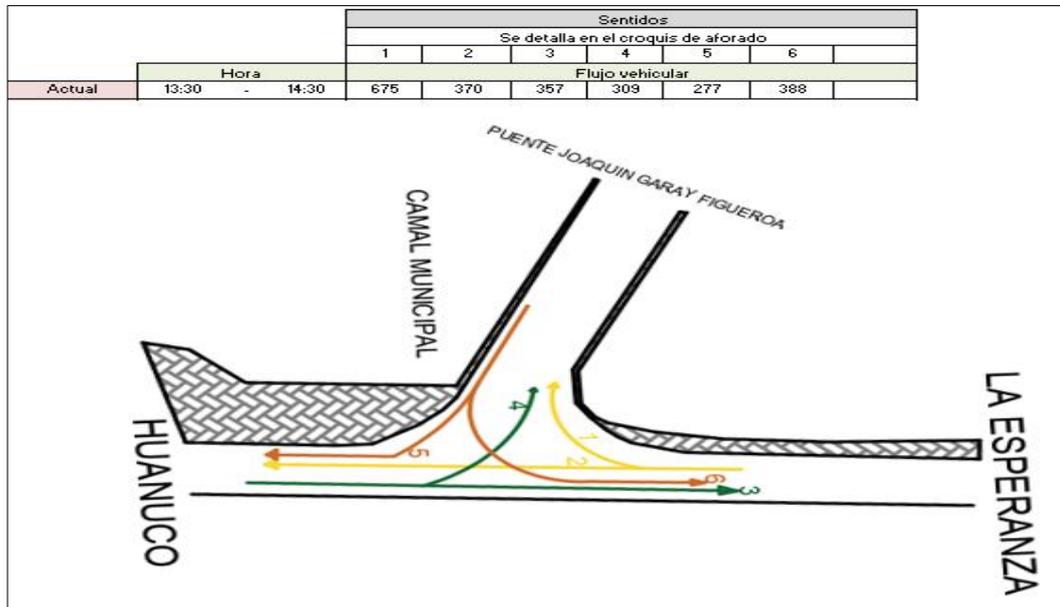


Fuente: Adaptado de Synchro V.8 (2021).

Comentario: Damos doble Click a la línea seleccionada para poder insertar los sentidos en (LANES and SHARING (#RL), que hace referencia a los movimientos o carriles que entran a la intersección, es así que procedemos a asignar los sentidos que siguen los vehículos en el software Synchro V.8.

Figura 42

Sentidos y croquis de las direcciones de los vehiculos.

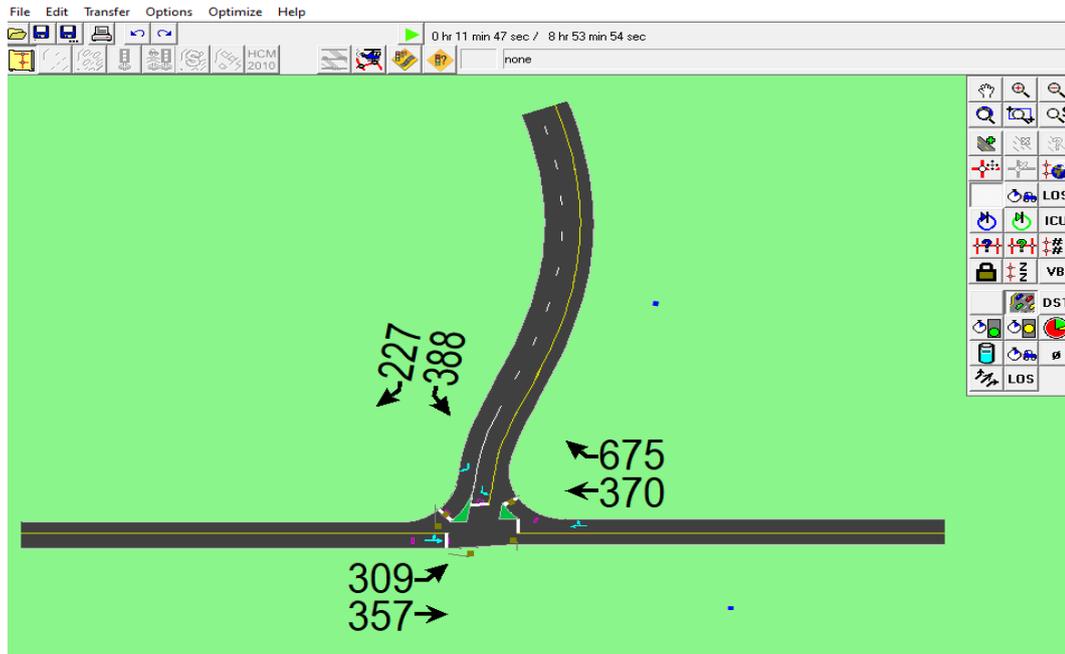


Fuente: Elaboración propia (2021).

Comentario: Procedemos a escoger la hora más crítica y luego el día más crítico y del análisis se pudo apreciar que el día más crítico.

Figura 43

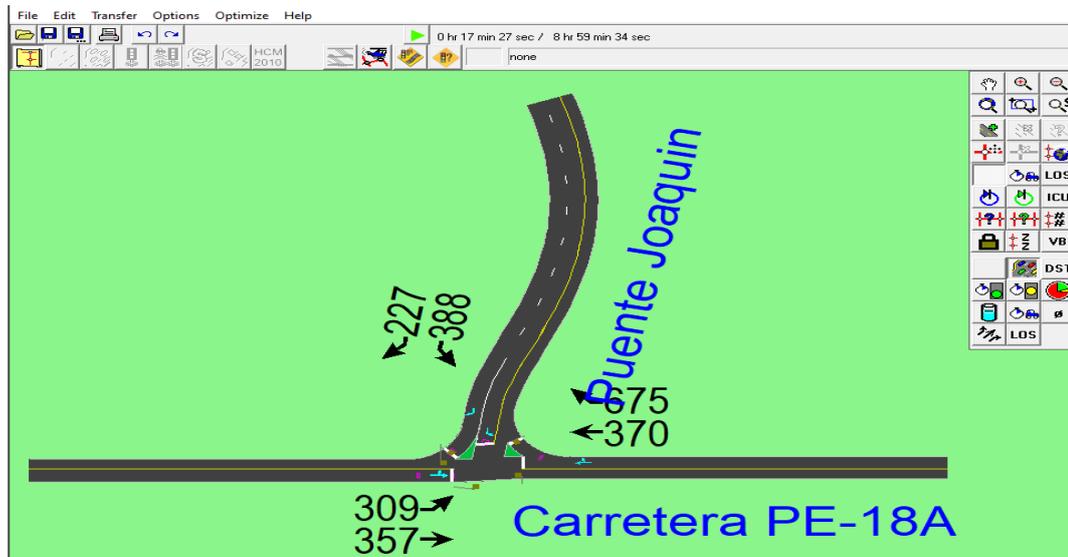
Asignar el volumen vehicular mas critico en el Software Synchro V.8.



Fuente: Adaptado de Synchro V.8.

Figura 44

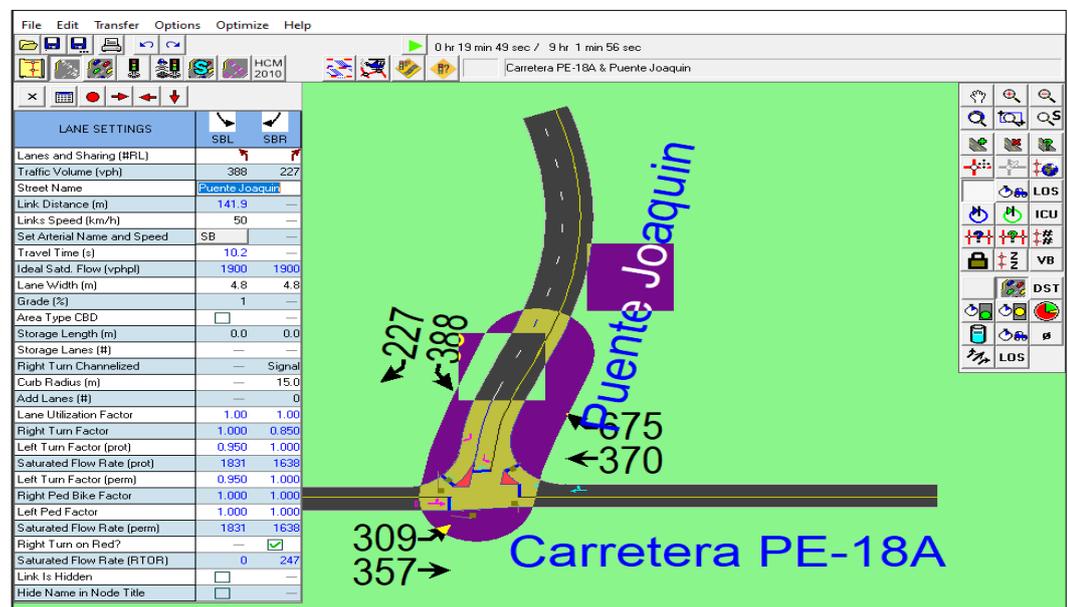
Asignamos el nombre a la carretera y el puente.



Fuente: Adaptado de Synchro V.8.

Figura 45

Asignamos el ancho de las vías y la respectiva pendiente de la vía.

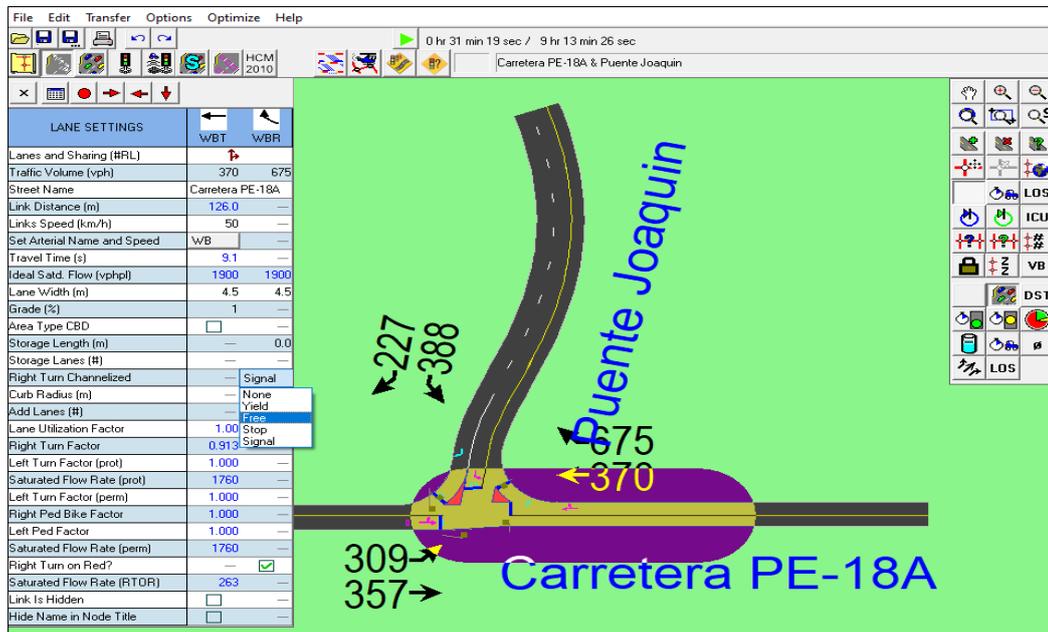


Fuente: Adaptado de Synchro V.8.

Comentario: Del levantamiento topográfico con estación total podemos extraer con precisión el ancho de las vías y su respectiva pendiente. El cual nos salió una pendiente de 1% y ancho de vías de 4.5m, 4.8m.

Figura 46

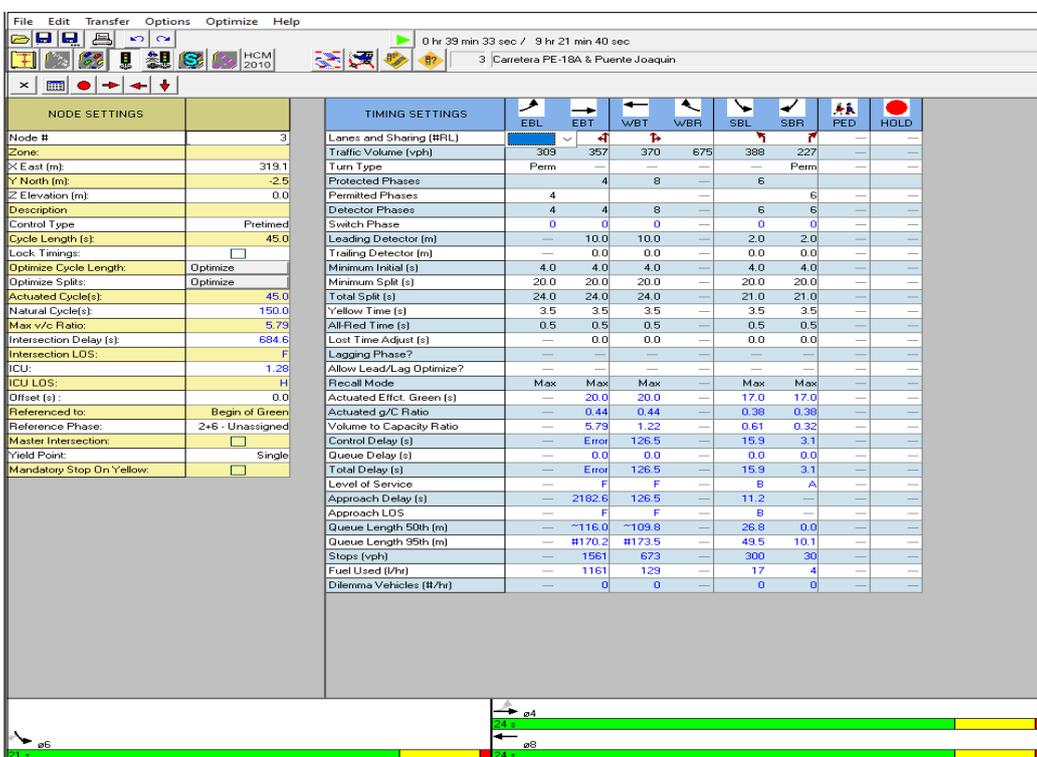
Asignamos la respectiva señalización.



Fuente: Adaptado de Synchro V.8.

Figura 47

Resumen de datos introducidos.



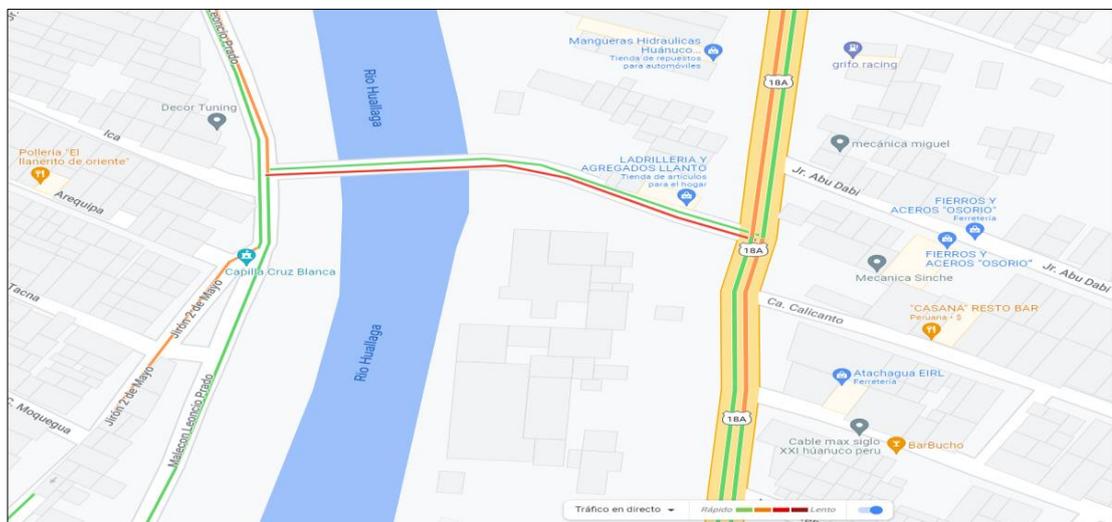
Fuente: Adaptado de Synchro V.8.

4.1 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Al introducir los datos de campo obtenidos del aforo vehicular y la geometría de la carretera PE-18A con acceso al Puente Joaquín Garay Figueroa en el Software SYNCHRO V.8 obtenemos que se encuentra en un nivel alto de congestión vehicular, de acuerdo al análisis hecho vemos que es debido a un ineficiente tiempo semafórico, ello se soluciona optimizando los tiempos semafóricos teniendo en consideración el volumen del tránsito vehicular, lo cual corrobora nuestra hipótesis planteada, ello lo veremos más detallado en el capítulo que procede.

Figura 48

Vista Satelital de trafico vehicular.



Fuente: Adaptado de Google Earth Pro (2021).

Comentario: De la figura 48 se aprecia que la línea verde indica flujo vehicular rápido, la línea naranja flujo vehicular intermedio, la línea roja indica flujo vehicular lento y la línea de color guinda indica flujo vehicular muy lento. Como puede apreciarse la línea de color rojo está en todo el tramo del Puente Joaquín Garay Figueroa lo cual nos indica que el flujo vehicular es lento y ello trae como consecuencia congestión vehicular. Ello corrobora que la congestión vehicular es crítica en la Intersección del Km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al Puente Joaquín Garay esto es debido a la mala sincronización de los tiempos del semáforo lo cual se va a detallar en el siguiente capítulo al realizar el análisis en el software Synchro V.8.

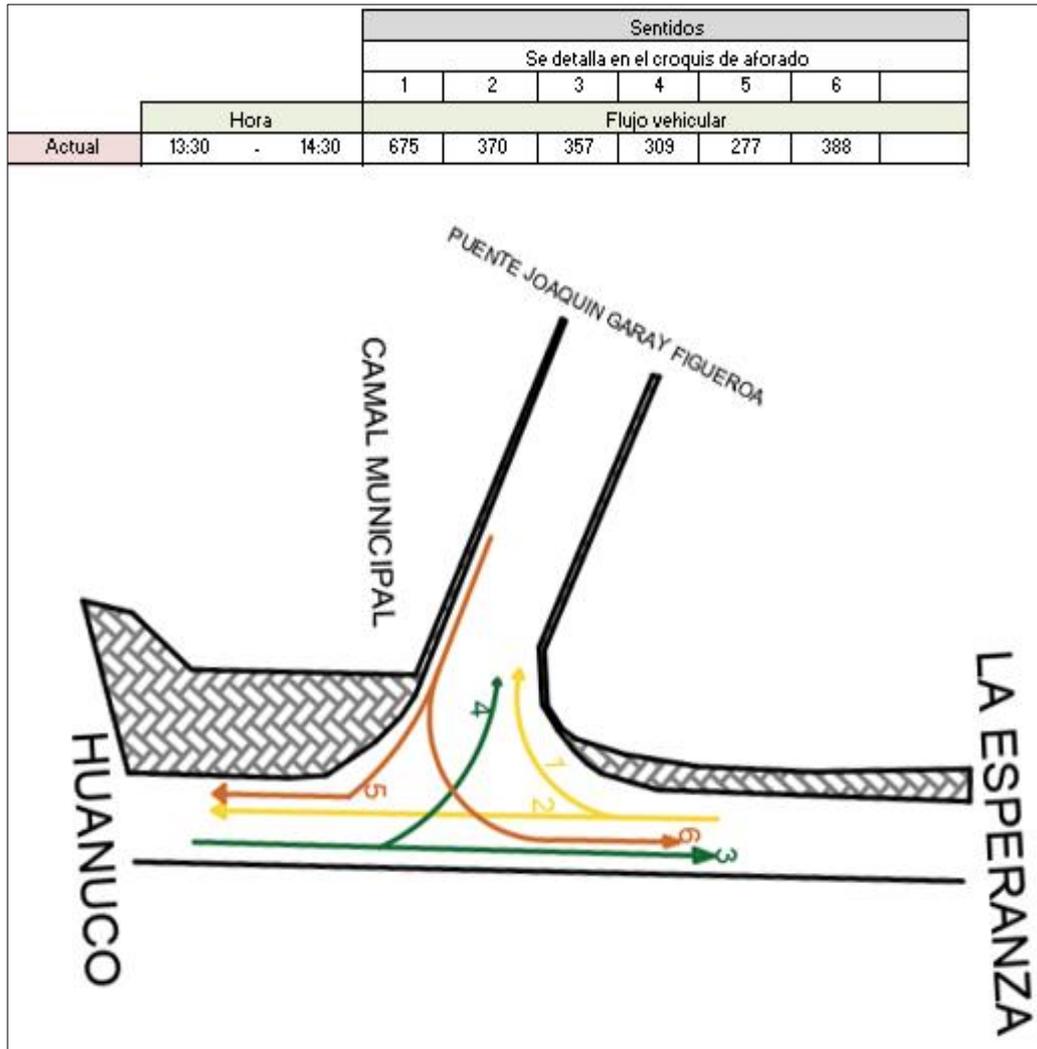
CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. SITUACIÓN ACTUAL DEL MES DE MARZO 2021

Figura 49

Volumen de tráfico vehicular de marzo del 2021.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Comentario: En figura 49 podemos apreciar los sentidos de los vehículos el cual por motivos de simplicidad al recolectar los datos sea visto conveniente asignarles un símbolo en este caso estos símbolos son números de 1,2,3,4,5 y 6. En la parte superior podemos encontrar el volumen vehicular de la hora y el día más crítico.

Figura 50

Asignamos el volumen vehicular actual, el ancho de las vías , la pendiente.

LANE SETTINGS	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lanes and Sharing (#RL)						
Traffic Volume (vph)	309	357	370	675	388	227
Street Name			Carretera PE-18A		Puente Joaquin	
Link Distance (m)	—	121.1	126.0	—	141.9	—
Links Speed (km/h)	—	50	50	—	50	—
Parent Arterial Name and Speed	— EB		WB		SB	—
Travel Time (s)	—	8.7	9.1	—	10.2	—
Design Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	4.8	4.8	4.5	4.5	4.8	4.8
Grade (%)	—	1	1	—	1	—
Area Type CBD	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—
Storage Length (m)	0.0	—	—	0.0	0.0	0.0
Storage Lanes (#)	—	—	—	—	—	—
Right Turn Channelized	—	Signal	—	Signal	—	Signal
Curb Radius (m)	—	15.0	—	15.0	—	15.0
Added Lanes (#)	—	0	—	0	—	0
Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor	—	1.000	0.913	—	1.000	0.850
Left Turn Factor (prot)	—	0.977	1.000	—	0.950	1.000
Saturated Flow Rate (prot)	—	1883	1760	—	1831	1638
Left Turn Factor (perm)	—	0.146	1.000	—	0.950	1.000
Right Ped Bike Factor	—	1.000	1.000	—	1.000	1.000
Left Ped Factor	—	1.000	1.000	—	1.000	1.000
Saturated Flow Rate (perm)	—	281	1760	—	1831	1638
Right Turn on Red?	—	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input checked="" type="checkbox"/>
Saturated Flow Rate (RTOR)	—	0	263	—	0	247
Link Is Hidden	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—
Hide Name in Node Title	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—

Fuente: Adaptado de Synchro V.8 (2021).

Comentario: En la figura 50 podemos apreciar el volumen de tráfico insertado del mes de marzo del 2021, el ancho de vía, y la pendiente de la carretera que en este caso es 1%.

Tabla 5

Tiempo semafórico actual.

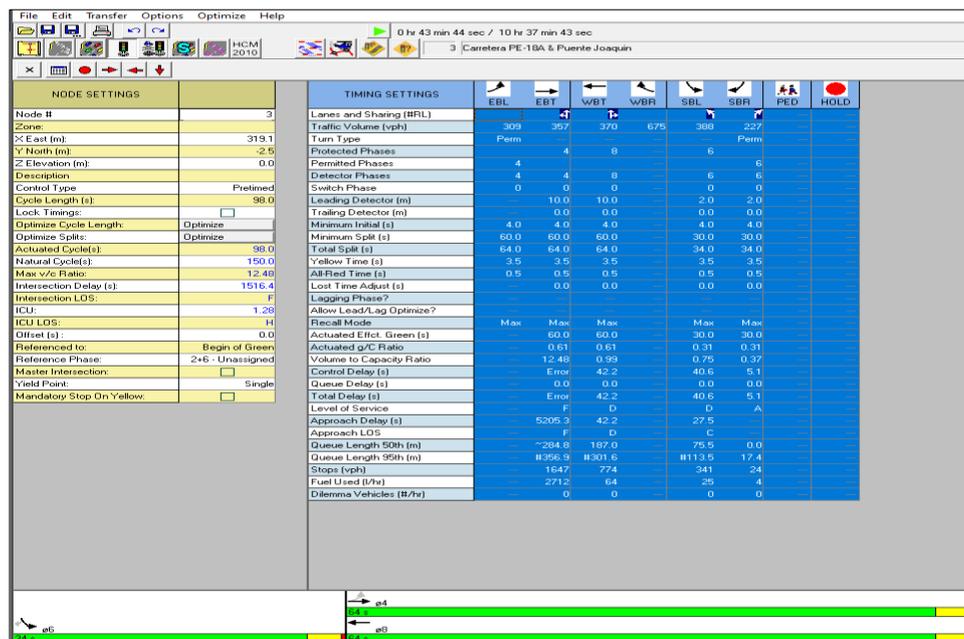
Semáforo	Tiempo en un ciclo en un mismo intervalo de tiempo					
Sentido	1	2	3	4	5	6
Rojo		26.5	26.5		56.5	56.5
Amarillo		3.5	3.5		3.5	3.5
Verde		60	60		30	30

Fuente :Elaboración propia

Comentario: Se realizo el conteo del tiempo semafórico el cual nos fue de importancia para realizar el análisis en el software Synchro V.8.

Figura 51

Procedimos a insertar el tiempo de los semáforos.



Fuente: Adaptado de Software Synchro V.8 (2021).

Comentario: Se introdujo los tiempos de los semáforos para proceder a realizar el análisis.

Figura 52

Parámetros obtenidos del análisis.

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS							
		EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR	PED	HOLD
Node #	3	Lanes and Sharing (#RL)							
Zone:		309	357	370	675	388	227		
X East (m):	319.1	Turn Type							
Y North (m):	-2.5	Perm					Perm		
Z Elevation (m):	0.0	Protected Phases							
Description			4	8		6			
Control Type	Pretimed	Permitted Phases							
Cycle Length (s):	98.0	4	4				6		
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>	Detector Phases							
Optimize Cycle Length:	Optimize	4	4	8		6	6		
Optimize Splits:	Optimize	Switch Phase							
Actuated Cycle(s):	98.0	0	0	0		0	0		
Natural Cycle(s):	150.0	Leading Detector (m)							
Max v/c Ratio:	12.48		10.0	10.0		2.0	2.0		
Intersection Delay (s):	1516.4	Trailing Detector (m)							
Intersection LOS:	F		0.0	0.0		0.0	0.0		
ICU:	1.28	Minimum Initial (s)							
ICU LOS:	H	4.0	4.0	4.0		4.0	4.0		
Offset (s):	0.0	Minimum Split (s)							
Referenced to:	Begin of Green	60.0	60.0	60.0		30.0	30.0		
Reference Phase:	2+6 - Unassigned	Total Split (s)							
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>	64.0	64.0	64.0		34.0	34.0		
Yield Point:	Single	Yellow Time (s)							
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>	3.5	3.5	3.5		3.5	3.5		
		All-Red Time (s)							
		0.5	0.5	0.5		0.5	0.5		
		Lost Time Adjust (s)							
			0.0	0.0		0.0	0.0		
		Lagging Phase?							
		Allow Lead/Lag Optimize?							
		Recall Mode							
		Max	Max	Max		Max	Max		
		Actuated Effct. Green (s)							
			60.0	60.0		30.0	30.0		
		Actuated g/C Ratio							
			0.61	0.61		0.31	0.31		
		Volume to Capacity Ratio							
			12.48	0.99		0.75	0.37		
		Control Delay (s)							
			Error	42.2		40.6	5.1		
		Queue Delay (s)							
			0.0	0.0		0.0	0.0		
		Total Delay (s)							
			Error	42.2		40.6	5.1		
		Level of Service							
			F	D		D	A		
		Approach Delay (s)							
			5205.3	42.2		27.5			
		Approach LOS							
			F	D		C			
		Queue Length 50th (m)							
			~284.8	187.0		75.5	0.0		
		Queue Length 95th (m)							
			#356.9	#301.6		#113.5	17.4		
		Stops (vph)							
			1647	774		341	24		
		Fuel Used (l/hr)							
			2712	64		25	4		
		Dilemma Vehicles (#/hr)							
			0	0		0	0		

	Green to Cycle Ratio, using actuated green times	v/c > 1	Mins ok
--	--	---------	---------

Fuente: Adaptado de Software Synchro V.8.

Comentario: Los valores que se muestran en la figura 52 son obtenido del Software Synchro V.8 entre estos tenemos:

- Volumen to Capacity Ratio = Grado de saturación

Tabla 6

Grado de Saturación.

Sentido	1	2	3	4	5	6
Grado de Saturación		0.99	12.48		0.37	0.75

Fuente: Elaboración propia (2021).

- Control Delay = Demora por control

Tabla 7

Demora por control.

Sentido	1	2	3	4	5	6
Demora por control		42.2	Error		5.1	40.6

Fuente: Elaboración propia (2021).

- ❖ Level of Service = Demora por control

Tabla 8

Nivel de servicio.

Sentido	1	2	3	4	5	6
Nivel de Servicio		D	F		A	D

Fuente: Elaboración propia (2021).

❖ Queue Length 50th, 95 th (m) = Calculo de colas

Tabla 9

Estimación de colas.

Sentido	1	2	3	4	5	6
Queue Length 50th(m)		187	284.8		0	75.5
Queue Length 95th(m)		301.6	356.9		17.4	113.5

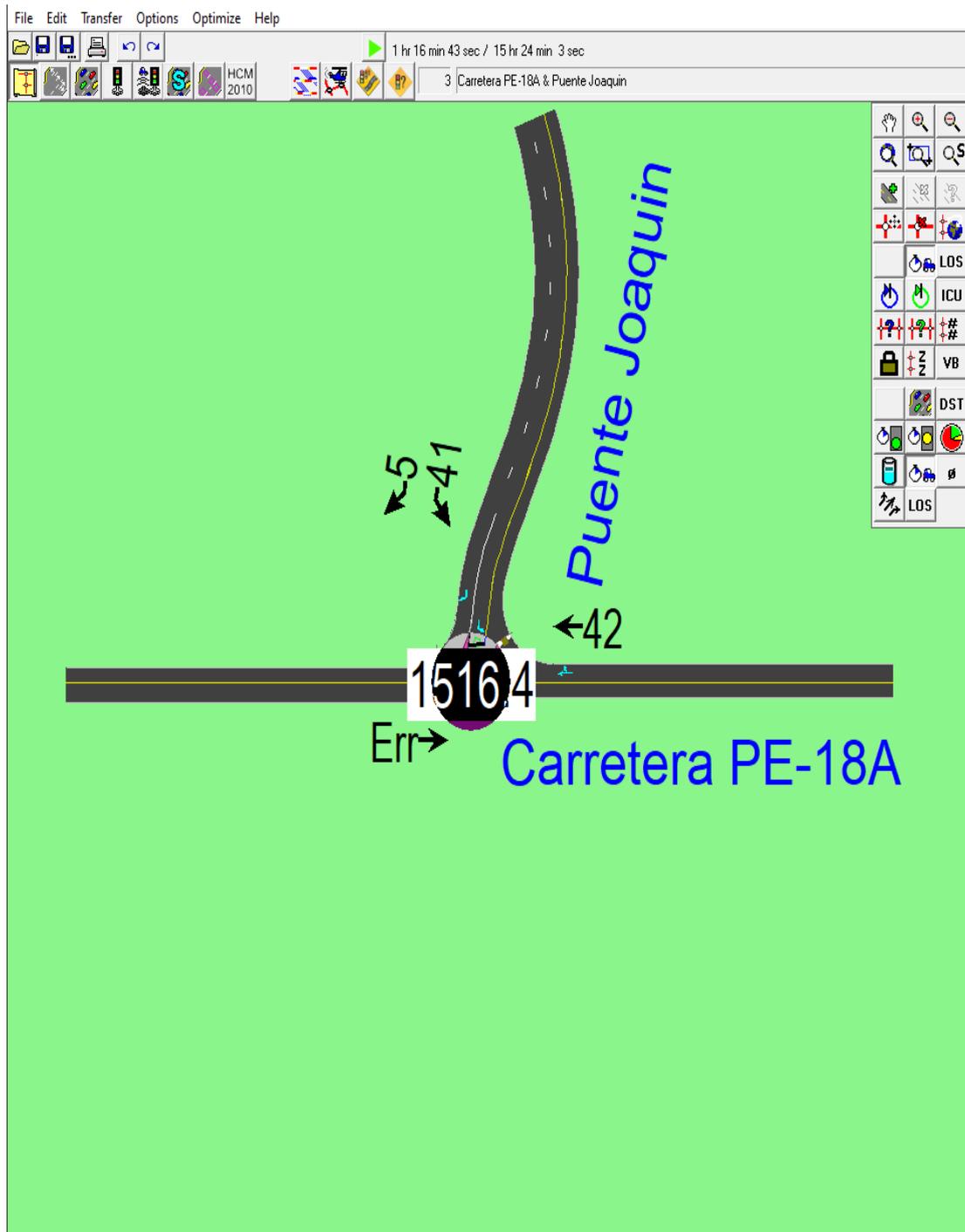
Fuente: Elaboración propia (2021).

❖ Intersection Delay(s) =Demora de toda la intersección =1516.4(s)

❖ Intersection Los=Nivel de servicio de toda la intersección =F

Figura 53

Demora de toda la intersección.



Fuente: Adaptado de Software Synchro V.8.

Comentario: Como puede apreciarse en la figura 53 el cual se ha obtenido del análisis en el Software Synchro V.8, el tiempo de demora de toda la intersección es 1516.4(s).

OPTIMIZAR LONGITUDES DE CICLO

Figura 54

Optimización de las longitudes de ciclo.

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS							
		EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR	PED	HOLD
Node #	3								
Zone:									
X East (m):	319.1								
Y North (m):	-2.5								
Z Elevation (m):	0.0								
Description									
Control Type	Pretimed								
Cycle Length (s):	150.0								
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>								
Optimize Cycle Length:	Optimize								
Optimize Splits:	Optimize								
Actuated Cycle(s):	150.0								
Natural Cycle(s):	150.0								
Max v/c Ratio:	2.76								
Intersection Delay (s):	269.1								
Intersection LOS:	F								
ICU:	1.28								
ICU LOS:	H								
Offset (s):	0.0								
Referenced to:	Begin of Green								
Reference Phase:	2+6 - Unassigned								
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>								
Yield Point:	Single								
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>								
Lanes and Sharing (#RL)		4	4	4	4	4	4		
Traffic Volume (vph)		309	357	370	675	388	227		
Turn Type		Perm					Perm		
Protected Phases			4	8		6			
Permitted Phases		4					6		
Detector Phases		4	4	8		6	6		
Switch Phase		0	0	0		0	0		
Leading Detector (m)			10.0	10.0		2.0	2.0		
Trailing Detector (m)			0.0	0.0		0.0	0.0		
Minimum Initial (s)		4.0	4.0	4.0		4.0	4.0		
Minimum Split (s)		60.0	60.0	60.0		30.0	30.0		
Total Split (s)		116.0	116.0	116.0		34.0	34.0		
Yellow Time (s)		3.5	3.5	3.5		3.5	3.5		
All-Red Time (s)		0.5	0.5	0.5		0.5	0.5		
Lost Time Adjust (s)			0.0	0.0		0.0	0.0		
Lagging Phase?									
Allow Lead/Lag Optimize?									
Recall Mode		Max	Max	Max		Max	Max		
Actuated Effct. Green (s)			112.0	112.0		30.0	30.0		
Actuated g/C Ratio			0.75	0.75		0.20	0.20		
Volume to Capacity Ratio			2.76	0.84		1.15	0.51		
Control Delay (s)			820.5	17.7		147.2	17.1		
Queue Delay (s)			0.0	0.0		0.0	0.0		
Total Delay (s)			820.5	17.7		147.2	17.1		
Level of Service			F	B		F	B		
Approach Delay (s)			820.5	17.7		99.2			
Approach LOS			F	B		F			
Queue Length 50th (m)			~304.7	187.0		~155.1	14.1		
Queue Length 95th (m)			#385.6	270.2		#224.5	42.7		
Stops (vph)			386	636		324	52		
Fuel Used (l/hr)			437	41		56	7		
Dilemma Vehicles (#/hr)			0	0		0	0		

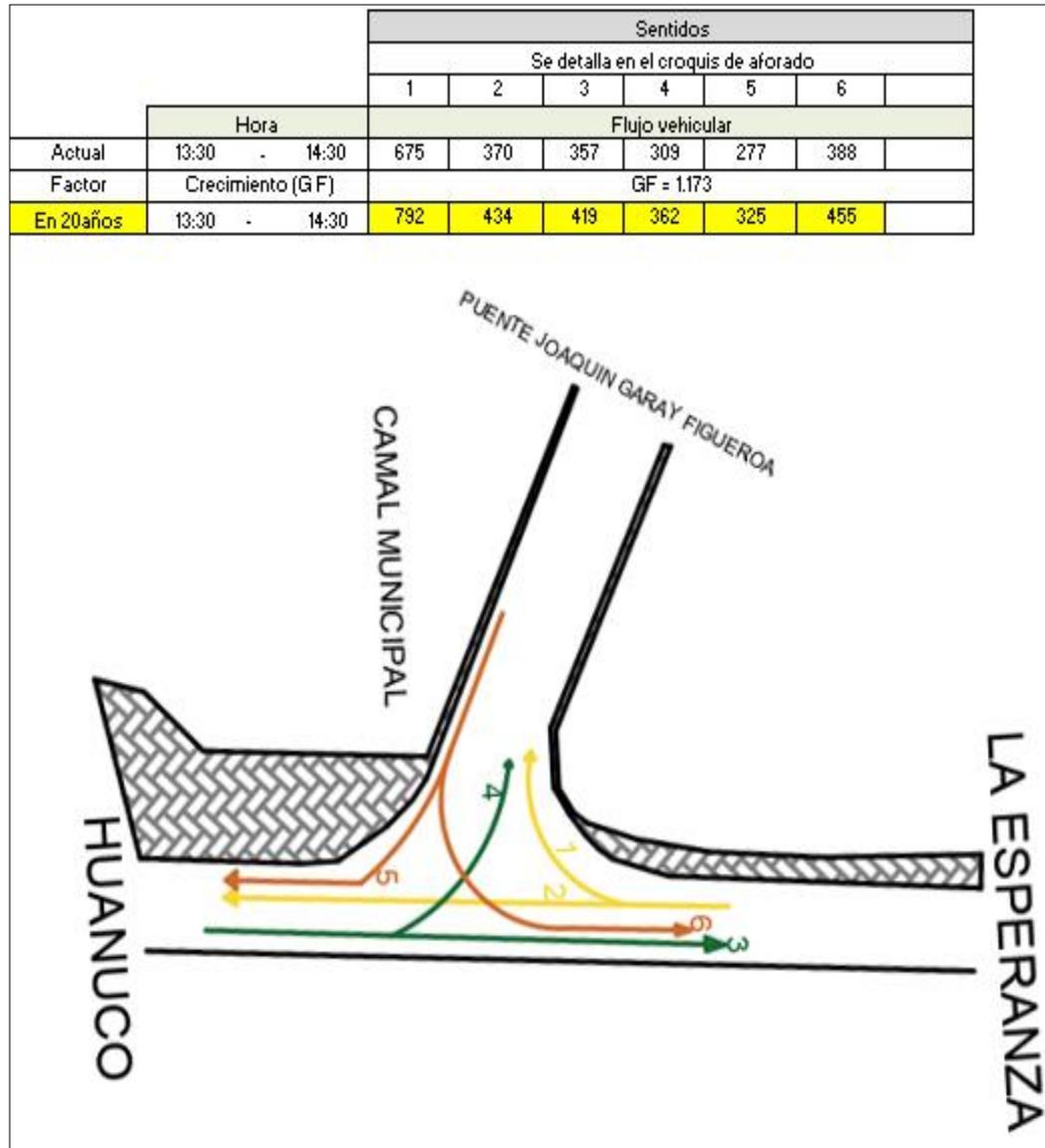
Fuente: Adaptado de Software Synchro V.8.

Comentario: El Software Synchro V.8 entre su interfaz dispone de un botón llamado "Optimize Cycle Length" el cual permite optimizar las longitudes del ciclo y ello trae como consecuencia la optimización de las diferentes fases del semáforo. El cual puede apreciarse porque el tiempo de demora paso de 1516.4 segundos a 269.1 segundo.

5.2. SITUACIÓN PROYECTADA PARA EL 2041

Figura 55

Volumen de tráfico vehicular proyectada para el 2041.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Comentario: En la figura 55 podemos observar el flujo vehicular estimado para el 2041, el cual fue calculado con el factor de crecimiento (GF), es así que obtenemos el volumen de flujo vehicular el cual nos permitirá analizar el tráfico en el software Synchro V.8 para este año de 2041.

Figura 56

Asignamos el volumen vehicular actual, el ancho de las vías , la pendiente para el año proyectado 2041.

LANE SETTINGS						
	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lanes and Sharing (#RL)						
Traffic Volume (vph)	362	419	434	792	455	325
Street Name			Carretera PE-18A		Puente Joaquin	
Link Distance (m)	—	121.1	126.0	—	141.9	—
Links Speed (km/h)	—	50	50	—	50	—
Set Arterial Name and Speed	—	EB	WB	—	SB	—
Travel Time (s)	—	8.7	9.1	—	10.2	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	4.8	4.8	4.5	4.5	4.8	4.8
Grade (%)	—	1	1	—	1	—
Area Type CBD	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—
Storage Length (m)	0.0	—	—	0.0	0.0	0.0
Storage Lanes (#)	—	—	—	—	—	—
Right Turn Channelized	—	Signal	—	Signal	—	Signal
Curb Radius (m)	—	15.0	—	15.0	—	15.0
Add Lanes (#)	—	0	—	0	—	0
Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor	—	1.000	0.913	—	1.000	0.850
Left Turn Factor (prot)	—	0.977	1.000	—	0.950	1.000
Saturated Flow Rate (prot)	—	1883	1760	—	1831	1638
Left Turn Factor (perm)	—	0.049	1.000	—	0.950	1.000
Right Ped Bike Factor	—	1.000	1.000	—	1.000	1.000
Left Ped Factor	—	1.000	1.000	—	1.000	1.000
Saturated Flow Rate (perm)	—	94	1760	—	1831	1638
Right Turn on Red?	—	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input checked="" type="checkbox"/>
Saturated Flow Rate (RTOR)	—	0	173	—	0	353
Link Is Hidden	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—
Hide Name in Node Title	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—

Fuente: Adaptado de Synchro V.8(2021)

Comentario: En la figura 56 podemos apreciar el volumen de tráfico insertado para el año del 2041, el ancho de vía, y la pendiente de la carretera que en este caso es 1%.

Tabla 10

Tiempo semafórico asumido el mismo para el 2041.

Semáforo	Tiempo en un ciclo en un mismo intervalo de tiempo						
	Sentido	1	2	3	4	5	6
Rojo			26.5	26.5		56.5	56.5
Amarillo			3.5	3.5		3.5	3.5
Verde			60	60		30	30

Fuente :Elaboración propia

Comentario: El conteo del tiempo semafórico es el mismo para ver cómo se comportará si no se hace algo al respecto el resultado lo veremos al realizar el análisis en el software Synchro V.8.

Figura 57

Procedimos a insertar el tiempo de los semáforos.

The screenshot shows the Synchro V.8 software interface. The top menu bar includes File, Edit, Transfer, Options, Optimize, and Help. The status bar shows a timer at 0 hr 6 min 6 sec / 15 hr 37 min 36 sec and the project name '3 Carretera PE-18A & Puente Joaquin'. The main window is divided into two panes: 'NODE SETTINGS' on the left and 'TIMING SETTINGS' on the right. Below the settings is a diagram of the intersection with approach arrows labeled a4, a6, and a8.

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS							
		EBL	EBT	wBT	wBR	SBL	SBR	PED	HOLD
Node #	3								
Zone:									
X East (m):	319.1								
Y North (m):	-2.5								
Z Elevation (m):	0.0								
Description									
Control Type	Pretimed								
Cycle Length (s):	98.0								
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>								
Optimize Cycle Length:	Optimize								
Optimize Splits:	Optimize								
Actuated Cycle(s):	98.0								
Natural Cycle(s):	90.0								
Max v/c Ratio:	14.62								
Intersection Delay (s):	1780.7								
Intersection LOS:	F								
ICU:	1.49								
ICU LOS:	H								
Offset (s):	0.0								
Referenced to:	Begin of Green								
Reference Phase:	2+6 - Unassigned								
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>								
Yield Point:	Single								
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>								
Lanes and Sharing (#RL)									
Traffic Volume (vph)		362	419	484	792	455	325		
Turn Type		Perm					Perm		
Protected Phases			4	8		6			
Permitted Phases		4					6		
Detector Phases		4	4	8		6	6		
Switch Phase		0	0	0		0	0		
Leading Detector (m)			10.0	10.0		2.0	2.0		
Trailing Detector (m)			0.0	0.0		0.0	0.0		
Minimum Initial (s)		4.0	4.0	4.0		4.0	4.0		
Minimum Split (s)		60.0	60.0	60.0		30.0	30.0		
Total Split (s)		64.0	64.0	64.0		34.0	34.0		
Yellow Time (s)		3.5	3.5	3.5		3.5	3.5		
All-Red Time (s)		0.5	0.5	0.5		0.5	0.5		
Lost Time Adjust (s)			0.0	0.0		0.0	0.0		
Lagging Phase?									
Allow Lead/Lag Optimize?									
Recall Mode		Max	Max	Max		Max	Max		
Actuated Effct. Green (s)			60.0	60.0		30.0	30.0		
Actuated g/C Ratio			0.61	0.61		0.31	0.31		
Volume to Capacity Ratio			14.62	1.16		0.88	0.47		
Control Delay (s)			Error	103.1		51.5	5.2		
Queue Delay (s)			0.0	0.0		0.0	0.0		
Total Delay (s)			Error	103.1		51.5	5.2		
Level of Service			F	F		D	A		
Approach Delay (s)			6166.4	103.1		32.2			
Approach LOS			F	F		C			
Queue Length 50th (m)			~337.7	~305.0		93.5	0.0		
Queue Length 95th (m)			#412.8	#387.8		#152.5	20.0		
Stops (vph)			2265	911		400	31		
Fuel Used (l/hr)			3761	132		33	6		
Dilemma Vehicles (#/hr)			0	0		0	0		

The diagram below the table shows the intersection layout with approach arrows: a4 (top), a6 (left), and a8 (bottom). The timing bars indicate green times: 64s for approach a4 and 34s for approach a6. A status bar at the bottom right shows 'v/c > 1' and 'Mins ok'.

Fuente: Adaptado de Software Synchro V.8 (2021).

Comentario: Se introdujo los tiempos de los semáforos para proceder a realizar el análisis en el Software Synchro V.8.

Figura 58

Parámetros obtenidos del análisis.

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS							
		EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR	PED	HOLD
Node #	3	Lanes and Sharing (#FL)							
Zone:		Traffic Volume (vph)							
X East (m)	319.1	362	419	434	792	455	325	-	
Y North (m)	-2.5	Turn Type							
Z Elevation (m)	0.0	Perm	-	-	-	-	Perm	-	
Description		Protected Phases							
Control Type	Pretimed	4		8		6		-	
Cycle Length (s)	98.0	Permitted Phases							
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>	4		-		6		-	
Optimize Cycle Length:	Optimize	4		4		8		6	
Optimize Splits:	Optimize	4		4		8		6	
Actuated Cycle(s)	98.0	0		0		0		0	
Natural Cycle(s)	90.0	-		10.0		10.0		2.0	
Max v/c Ratio:	14.62	-		0.0		0.0		0.0	
Intersection Delay (s)	1780.7	4.0		4.0		4.0		4.0	
Intersection LOS:	F	60.0		60.0		60.0		30.0	
ICU:	1.49	64.0		64.0		64.0		34.0	
ICU LOS:	H	3.5		3.5		3.5		3.5	
Offset (s):	0.0	0.5		0.5		0.5		0.5	
Referenced to:	Begin of Green	-		0.0		0.0		0.0	
Reference Phase:	2+6 - Unassigned	-		-		-		-	
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>	-		-		-		-	
Yield Point:	Single	-		-		-		-	
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>	-		-		-		-	
		Recall Mode		Max		Max		-	
		Actuated Effct. Green (s)		60.0		60.0		30.0	
		Actuated g/C Ratio		0.61		0.61		0.31	
		Volume to Capacity Ratio		14.62		1.16		0.88	
		Control Delay (s)		Error		103.1		51.5	
		Queue Delay (s)		0.0		0.0		0.0	
		Total Delay (s)		Error		103.1		51.5	
		Level of Service		F		F		D	
		Approach Delay (s)		6166.4		103.1		32.2	
		Approach LOS		F		F		C	
		Queue Length 50th (m)		~337.7		~305.0		93.5	
		Queue Length 95th (m)		#412.8		#387.8		#152.5	
		Stops (vph)		2265		911		400	
		Fuel Used (l/hr)		3761		132		33	
		Dilemma Vehicles (#/hr)		0		0		0	

Fuente: Adaptado de Software Synchro V.8

Comentario: Los índices que se muestran en la figura 58 son obtenidos del Software Synchro V.8 entre estos tenemos:

- ❖ Volumen to Capacity Ratio = Grado de saturación

Tabla 11

Grado de Saturación.

Sentido	1	2	3	4	5	6
Grado de Saturación		1.16	14.62		0.47	0.88

Fuente: Elaboración propia (2021).

Comentario: Como puede apreciarse en la tabla 11 el grado de saturación en todas las vías tanto de la carretera PE-18A como del acceso al Puente Joaquín Garay Figueroa se incrementa sustancialmente lo indica que si no se hace algo al respecto la situación del flujo vehicular en dicho tramo será crítico.

❖ Control Delay = Demora por control

Tabla 12

Demora por control.

Sentido	1	2	3	4	5	6
Demora por control		103.1	Error		5.2	51.5

Fuente: Elaboración propia (2021).

❖ Level of Service = Demora por control

Tabla 13

Nivel de servicio.

Sentido	1	2	3	4	5	6
Nivel de Servicio		F	F		A	D

Fuente: Elaboración propia (2021).

Comentario: Como apreciarse el nivel de servicio para el año 2041 empeorara si no se hace algo al respecto ello se refleja en la variación del nivel de servicio.

- ❖ Queue Length 50th, 95 th (m) = Calculo de colas

Tabla 14

Estimación de colas

Sentido	1	2	3	4	5	6
Queue Length 50th(m)		305.0	337.3		0	93.5
Queue Length 95th(m)		387.8	412.8		20.0	152.5

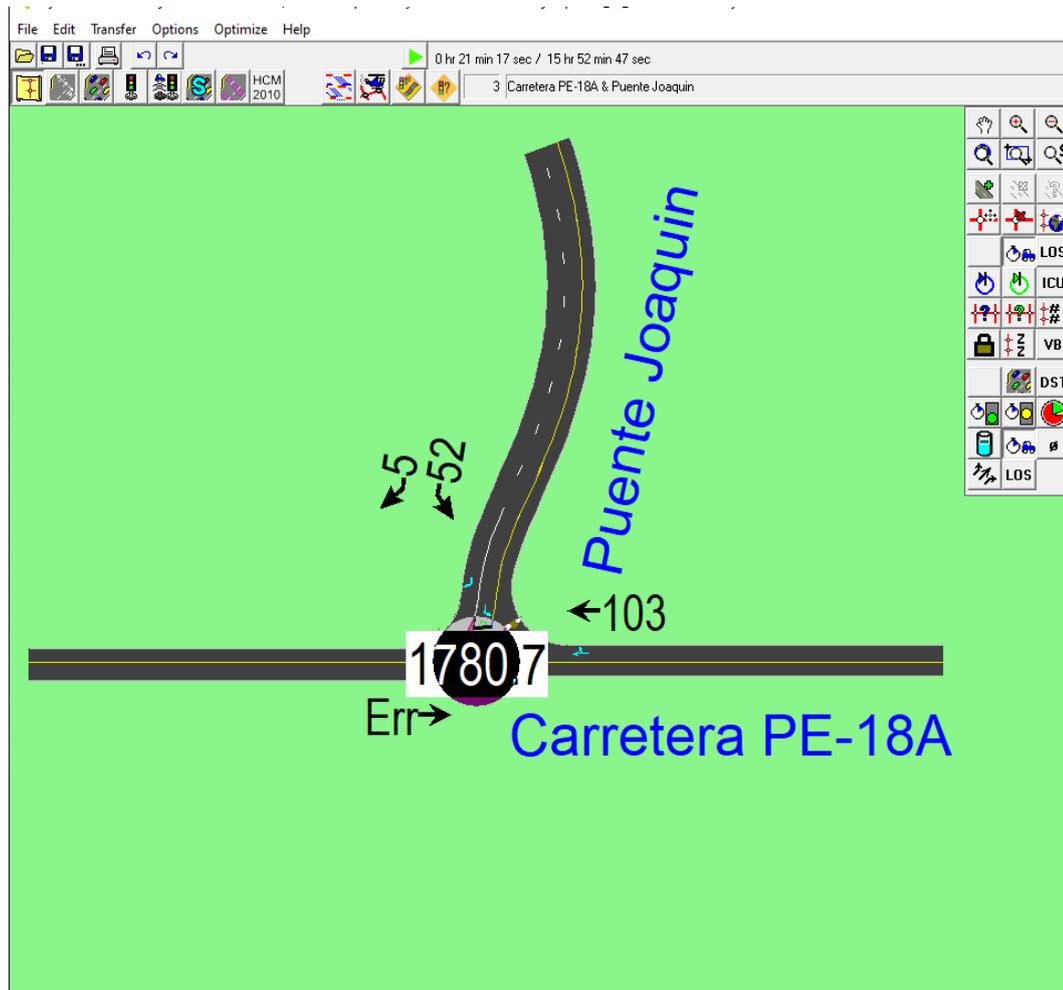
Fuente: Elaboración propia (2021)

- ❖ Intersección Delay(s) =Demora de toda la intersección =1780.7(s)
- ❖ Intersección Los=Nivel de servicio de toda la intersección =F

Comentario: El tiempo de demora en la intersección para el 2041 con estas mismas condiciones solo se incrementará empeorando el tránsito vehicular.

Figura 59

Demora de toda la intersección.



Fuente: Adaptado de Software Synchro V.8

Comentario: Como puede apreciarse en la figura 59 el cual se ha obtenido del análisis en el Software Synchro V.8, el tiempo de demora de toda la intersección es 1780.7(s) para el 2041.

OPTIMIZAR LONGITUDES DE CICLO

Figura 60

Optimización de las longitudes de ciclo.

The screenshot displays the Synchro V.8 software interface. The top menu bar includes File, Edit, Transfer, Options, Optimize, and Help. The main window is divided into two primary sections: 'NODE SETTINGS' on the left and 'TIMING SETTINGS' on the right. Below these is a visual representation of the intersection phases.

NODE SETTINGS:

- Node #: 3
- Zone:
- X East (m): 319.1
- Y North (m): -2.5
- Z Elevation (m): 0.0
- Description:
- Control Type: Pretimed
- Cycle Length (s): 90.0
- Lock Timings:
- Optimize Cycle Length: Optimize
- Optimize Splits: Optimize
- Actuated Cycle(s): 90.0
- Natural Cycle(s): 90.0
- Max v/c Ratio: 13.68
- Intersection Delay (s): 1657.8
- Intersection LOS: F
- ICU: 1.49
- ICU LOS: H
- Offset (s): 0.0
- Referenced to: Begin of Green
- Reference Phase: 2+6 - Unassigned
- Master Intersection:
- Yield Point: Single
- Mandatory Stop On Yellow:

TIMING SETTINGS:

	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR	PED	HOLD
Lanes and Sharing (#RL)	4	4	8	8	6	6		
Traffic Volume (vph)	362	419	434	792	455	325		
Turn Type	Perm					Perm		
Protected Phases		4	8		6			
Permitted Phases	4					6		
Detector Phases	4	4	8		6	6		
Switch Phase	0	0	0		0	0		
Leading Detector (m)		10.0	10.0		2.0	2.0		
Trailing Detector (m)		0.0	0.0		0.0	0.0		
Minimum Initial (s)	4.0	4.0	4.0		4.0	4.0		
Minimum Split (s)	60.0	60.0	60.0		30.0	30.0		
Total Split (s)	60.0	60.0	60.0		30.0	30.0		
Yellow Time (s)	3.5	3.5	3.5		3.5	3.5		
All-Red Time (s)	0.5	0.5	0.5		0.5	0.5		
Lost Time Adjust (s)		0.0	0.0		0.0	0.0		
Lagging Phase?								
Allow Lead/Lag Optimize?								
Recall Mode	Max	Max	Max		Max	Max		
Actuated Effct. Green (s)		56.0	56.0		26.0	26.0		
Actuated g/C Ratio		0.62	0.62		0.29	0.29		
Volume to Capacity Ratio		13.68	1.14		0.94	0.49		
Control Delay (s)		Error	92.0		59.0	5.4		
Queue Delay (s)		0.0	0.0		0.0	0.0		
Total Delay (s)		Error	92.0		59.0	5.4		
Level of Service		F	F		E	A		
Approach Delay (s)		5740.1	92.0		36.7			
Approach LOS		F	F		D			
Queue Length 50th (m)		~307.8	~273.3		87.5	0.0		
Queue Length 95th (m)		#381.3	#355.1		#148.6	19.7		
Stops (vph)		2297	898		392	33		
Fuel Used (l/hr)		3506	122		36	6		
Dilemma Vehicles (#/hr)		0	0		0	0		

Visual Representation:

The bottom section shows a visual representation of the intersection phases. It displays two horizontal bars representing the cycle lengths for phases e4 and e8. Both bars are green, indicating they are active, and are labeled with a cycle length of 60 seconds. The bars are positioned relative to a central vertical line, showing their timing within the cycle.

Fuente: Adaptado de Software Synchro V.8.

Comentario: El Software Synchro V.8 entre su interfaz dispone de un botón llamado "Optimize Cycle Length" el cual permite optimizar las longitudes del ciclo y ello trae como consecuencia la optimización de las diferentes fases del semáforo. El cual puede apreciarse porque el tiempo de demora paso de 1780.7 segundos a 1657.8 segundos

CONCLUSIONES

De los resultados extraídos del análisis del Software Synchro V.8, el cual fue alimentado con los datos del aforo vehicular realizado el mes de marzo 2021 y del levantamiento topográfico realizado con la estación total de la Intersección del Km4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa se obtuvieron las siguientes conclusiones.

- Al cambiar el tiempo de los semáforos disminuyen las longitudes de ciclo como puede apreciarse de la figura 52 y figura 53 donde se aprecia que la longitud de ciclo pasa de 1516.4 segundos a 269.1 segundos ello influye en la mejora del tránsito vehicular.
- El flujo vehicular de acuerdo al aforo realizado el mes de marzo del 2021 es el que se detalla en la figura 49 , cabe resaltar que para la simulación en el Software Synchro V.8 se tomó el día y la hora más crítica donde para el sentido 1 le corresponde un volumen de 675 vehículos/hora, para el sentido 2 le corresponde un volumen de 370 vehículos /hora , donde para el sentido 3 le corresponde un volumen de 357 vehículos , donde para el sentido4 le corresponde un volumen de 309 vehículos , para el sentido5 le corresponde un volumen de 277 vehículos , para el sentido 6 le corresponde un volumen de 388 vehículos.
- Al realizar el levantamiento topográfico con la estación total “Modelo South -NTS 382 R” se obtuvo que la pendiente de la Carretera PE-18A con el acceso al Puente Joaquín Garay Figueroa es de 1%, también se obtuvo que el ancho total de la pista que viene de la esperanza hacia Huánuco mide 9m aproximadamente, el ancho de la pista que sale de Huánuco hacia la esperanza es 9.6m y el ancho del acceso al Puente Joaquín Garay es 9.6 aproximadamente.
- Si bien al modificar el tiempo de los semáforos de logra disminuir el tráfico vehicular, no es una medida eficaz debido a que el nivel de servicio sigue siendo pésimo ello se plasma a detalle en las figuras 52,53,58,59 donde en la actualidad el nivel de servicio es F y optimizando el ciclo sigue siendo F.

RECOMENDACIONES

- ❖ Para un mejor flujo vehicular en las intersecciones de la ciudad de Huánuco, realizar un estudio detallado antes de sincronizar los semáforos teniendo en consideración que la ciudad de Huánuco tiene una tasa de crecimiento de 0.8 anual el cual incide en el colapso del flujo vehicular a futuro.
- ❖ La Municipalidad provincial de Huánuco debe realizar un con más organización y con profesionales capacitados la semaforización de los puentes y carreteras antes que estas entren en funcionamiento debido a que más que solo dificultar el tránsito genera pérdida de tiempo innecesario lo cual incide en la economía de la localidad.
- ❖ De las figuras 52,53,58,59 puede apreciarse que para el año 2041 optimizar el tiempo de los semáforos no será suficiente, se debe ir pensando en ampliar el carril a dos carriles para que de esa manera pueda oxigenar mejor el tráfico vehicular el cual se incrementara con el pasar de los años por el crecimiento poblacional.
- ❖ Para los que deseen ampliar respecto al tema o para realizar investigaciones futuras, una posible solución puede ser la implementación de una rotonda o de un anillo vial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

- BBC MUNDO. (2017). Las ciudades y países con el tráfico más congestionado de América Latina. BBC MUNDO.
- BULL, A. (2003). CONGESTIÓN DE TRÁNSITO EL PROBLEMA Y CÓMO ENFRENTARLO. SANTIAGO: CEPAL.
- CABELLO QUISPE, M. M. (2019). EVALUACIÓN DEL TRANSITO VEHICULAR DE LA INTERSECCIÓN A NIVEL TIPO "T" EN EL ÓVALO DE CAYHUAYNA - 2018. tesis, HUANUCO.
- Cal, R., Reyes Spíndola, M., & Cárdenas Grisales, J. (2007). INGENIERIA DE TRANSITO FUNDAMENTOS Y APLICACIONES. MEXICO: ALFAOMEGA.
- CEPAL. (octubre de 2000). Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Obtenido de Comisión Económica para América Latina y el Caribe: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/36069-la-congestion-transito-sus-consecuencias-economicas-sociales>
- D. S. (2019). MANUAL DEL CONDUCTOR. SAN MARTIN.
- Daga Guillèn, K. (2018). PROPUESTA DE MEJORA EN EL NIVEL DE SERVIVIO PEATONAL PARA LA INTERSECCIÓN DE LA AV. ANGAMOS CON LA AV. TOMÀS MARSANO UBICADO EN EL DISTRITO DE SURQUILLO. LIMA, PERÙ. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625026/DAGA_GK.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO. (2020). LOS PEATONES. MADRID: DRIMWAY STUDIOS.

Guardia, K. (15 de noviembre de 2018). GESTION.PE. Obtenido de GESTION.PE: <https://gestion.pe/economia/transporte-coma-pierden-s-27-000-millones-ano-congestion-lima-249973-noticia/#:~:text=%22Si%20se%20observa%20desde%20el%20punto%20de%20vista%20de%20los,millones%20anuales%20que%20se%20pierden>

Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. México: McGRAW-HILL. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Ian Thomson, & Alberto Bull. (2001). La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales. Santiago de Chile: Naciones Unidas.

ligitek. (2019). ligitek. Obtenido de https://www.ligitek.com/es/News_detail/119/

MAMANI GONZALES, K. J. (2019). PROPUESTA DE MEJORA DE LOS NIVELES DE SERVICIO PARA REDUCIR LA CONGESTION VEHICULAR DE LOS ACCESOS AL PUENTE SEÑOR DE BURGOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO, 2019. HUANUCO.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). MANUAL DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DEL TRANSITO AUTOMOTOR PARA CALLES Y CARRETERAS. LIMA. Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3730.pdf

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. (2018). MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG-2018. LIMA.

Ministerio De Transportes Y Comunicaciones, P. N. (2020). INFORME ESTADÍSTICO DE IMPLEMENTACIÓN DEL FORMATO ÚNICO DE

REGISTRO DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO - LIMA ESTE. LIMA.
Obtenido de
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1454367/INFORME%20ESTADI%CC%81STICO%20DE%20LA%20IMPLEMENTACIO%CC%81N%20DEL%20FORMATO%20U%CC%81NICO%20DE%20REGISTRO%20DE%20ACCIDENTES%20DE%20TRA%CC%81NSITO%20-%20LIMA%20ESTE%20-%20SETIEMBRE.pdf>

MTC. (2018). MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÈTRICO DG - 2018. Lima. Obtenido de
http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_4038.pdf

Organización Mundial de la Salud. (07 de DICIEMBRE de 2018). Obtenido de
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>

Paucara Rojas, M. (2018). EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN FLUJOS VEHICULARES DE LAS INTERSECCIONES DE LA AV. JORGE BASADRE GROHMANN, UTILIZANDO SYNCHRO V.8 – TACNA, 2018. tesis para optar el grado academico de maestro en ingenieria civil con mencion en transportes, tacna.

PERU21. (9 de junio de 2019). PERU21. Obtenido de PERU21:
<https://peru21.pe/peru/lima-tercera-ciudad-congestion-vehicular-mundo-483405-noticia/#:~:text=En%20promedio%2C%20Lima%20tiene%20un,centros%20laborales%20y%20de%20estudios.>

Romero Campos , F., & Villareal Gonazales , H. A. (2017). EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD VIAL Y EL NIVEL DE SERVICIO EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS: AV. HÚSARES DE JUNÍN, AV.FÁTIMA - LOS ÁNGELES. TRUJILLO, PERÙ. Obtenido de
http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/5308/1/T_CIV_FUNL

Y.ROMERO_HANDY.VILLARREAL_CAPACIDAD.VIAL.SERVICIO_D
ATOS.pdf

Sánchez Quintos, J. M. (2017). ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD Y LOS NIVELES DE SERVICIO EN LAS INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS DE LA AVENIDA SAN IGNACIO, DE LA CIUDAD DE SAN IGNACIO- CAJAMARCA. TESIS, CAJAMARCA.

Trafficware Ltd. (2011). Synchro Studio 8 Synchro más SimTraffic y 3D Viewer. Estados Unidos de América.

Valencia Alaix, V. (2000). PRINCIPIOS SOBRE SEMÁFOROS. Medellín.

ANEXOS

ANEXO N°1:
MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DEL FLUJO VEHICULAR-PEATONAL EN LA INTERSECCIÓN DEL KM 4 DE LA CARRETERA PE-18A CON EL ACCESO AL PUENTE JOAQUÍN GARAY FIGUEROA DE LA CIUDAD DE AMARILIS, 2021

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
Problema general:	Objetivo General	Hipótesis general:	Variable dependiente:	Enfoque	Población
¿Qué nivel de servicio al tránsito vehicular-peatonal se está brindando en intersección semaforizada del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis, para poder evaluar y modificar los tiempos semafóricos	Evaluar el nivel de servicio que se está brindando en la intersección del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis, empleando el software “Synchro v8” para proponer nuevos tiempos semafóricos que nos permita controlar el desorden de tránsito vehicular-peatonal	La evaluación del nivel de servicio de la intersección utilizando el software de simulación “Synchro v8” nos ayudará optimizar los tiempos semafóricos, mejorando el flujo vehicular-peatonal; brindando niveles de servicio óptimos en la intersección del km 4	Flujo vehicular-peatonal.	El enfoque será cuantitativo porque obtendremos los datos del volumen del tránsito vehicular y peatonal como también de los tiempos semafóricos en días y horas establecidas, por tanto, se utilizará datos numéricos para posterior análisis estadístico.	El proyecto de investigación tendrá como población a los accesos a los puentes e intersecciones semaforizadas de la ciudad de Huánuco y Amarilis.

<p>aplicando el modelo de simulación SYNCHRO V.8, 2021?</p>	<p>con niveles de servicios óptimos.</p>	<p>de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis.</p>			
---	--	--	--	--	--

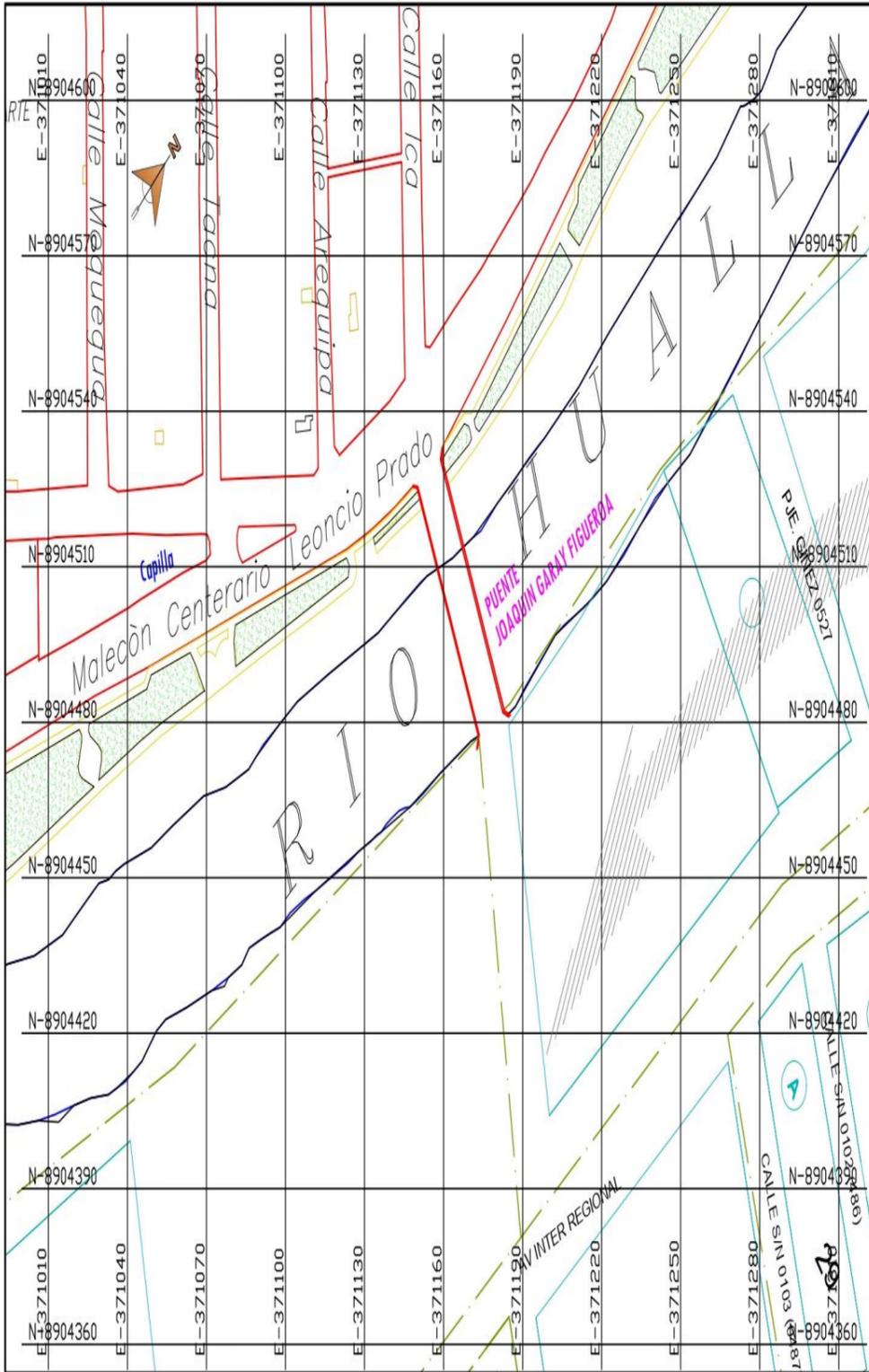
Problema específico:	Objetivos específicos		Variable independiente:	Alcance o nivel	Muestra
¿Cuál es el nivel de servicio que se brinda en la intersección del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis?	<p>Determinar el nivel de servicio en la intersección del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis, empleando el software Synchro v8.</p> <p>Calcular los volúmenes de flujo vehicular-peatonal mediante aforos de tráfico en la intersección del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis.</p>		El nivel de servicio.	Será correlacional porque el flujo vehicular-peatonal estará en correlación con el nivel de servicio de la intersección, los cuales son las variables de la investigación.	El proyecto de investigación tendrá como muestra a la intersección del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis, debido a que en esta intersección
¿Cuánto flujo vehicular-peatonal se observa en la intersección del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis?	<p>Realizar el levantamiento topográfico para determinar la geometría, para luego evaluar y realizar la propuesta de</p>			<p>Diseño</p> <p>Será descriptivo y exploratoria porque los datos que recolectaremos se realizarán en un solo lugar y tiempos determinados, describiendo nuestras variables.</p>	<p>semaforizada es punto clave para la unión de dos ciudades y su nivel de congestión es alta.</p>

<p>¿Cómo es la geometría de las intersecciones que se observan en la intersección del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis?</p>	<p>semaforización, que permitan obtener niveles de servicio óptimos para controlar el desorden vehicular-peatonal en la intersección del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis.</p>				
<p>¿De qué manera el modelo de simulación SYNCHRO V.8 optimizará el flujo vehicular-peatonal en la intersección del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis?</p>	<p>Simular los tiempos semafóricos utilizando el software Synchro V8, obteniendo de esta manera tiempos semafóricos óptimos para el control del desorden vehicular-peatonal en la intersección del km 4 de la carretera PE-18A con el acceso al puente Joaquín Garay Figueroa de la ciudad de Amarilis.</p>				

ANEXO N°2:
MAPA SATELITAL
DE UBICACIÓN DEL PROYECTO.



ANEXO N°3:
PLANO DE UBICACIÓN
Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.



PLANO DE UBICACIÓN
Escala 1/500



PLANO DE LOCALIZACIÓN
Escala 1/5,000

COORDENADAS UTM WGS-84		
NORTE	ESTE	ZONA
8903254	364776	18-L

UNIVERSIDAD DE HUANUCO FACULTAD DE INGENIERIA PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL	
PROYECTO: EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DEL FLUJO VEHICULAR PEATONAL EN LA INTERSECCION DEL KM 4 DE LA CARRETERA PE-18A CON EL ACCESO AL PUENTE JOAQUIN GARAY FIGUEROA DE LA CIUDAD DE AMARILIS, 2021	
PLANO: UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN	LAMINA: UL-01
ESCALA: INDICADA	FECHA: ABRIL DE 2021

ANEXO N°4: PANEL FOTOGRAFICO

Figura 61

Ubicación estratégica de la estación total.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Comentario: Escoger un lugar de manera estratégica desde donde se podrá visar todos los puntos.

Figura 62

Ubicación del primero.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Comentario: Se procede ubicar al prismo en la progresiva 0+000 en la dirección de la carretera pe-18 que viene de la esperanza entrando a Huánuco y así sucesivamente cada 20 pies para poder definir la pendiente de la carretera.

Figura 63

Ubicación del prismo en el tramo 2.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Comentario: Se procede ubicar al prismo en la progresiva 0+020 en la dirección de la carretera pe-18 que va de Huánuco a la Esperanza y así sucesivamente cada 20 pies para poder definir la pendiente de la carretera.

Figura 64

Ubicación del prismo en el tramo 2 de la pista.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Comentario: Se procede ubicar al prismo en la progresiva 0+040 en la dirección de la carretera pe-18 que va de Huánuco a la Esperanza y así sucesivamente cada 20 pies para poder definir la pendiente de la carretera.

Figura 65

Ubicación del prismo en el tramo 2 de la carretera margen izquierdo.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 66

Ubicación del prismo en el tramo 1 de la carretera margen derecho.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 67

Ubicación del prismo en el acceso al Puente Joaquín Garay progresiva 0+000.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 68

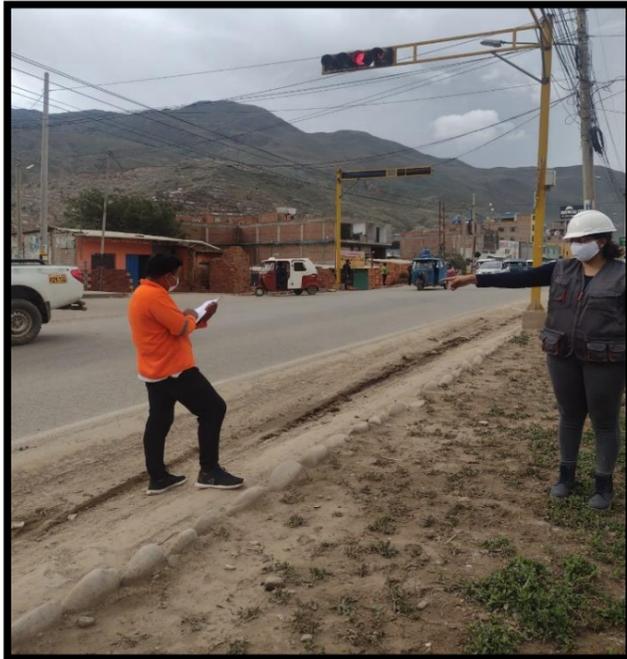
Ubicación del prismo en el acceso al Puente Joaquín Garay progresiva 0+020.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 69

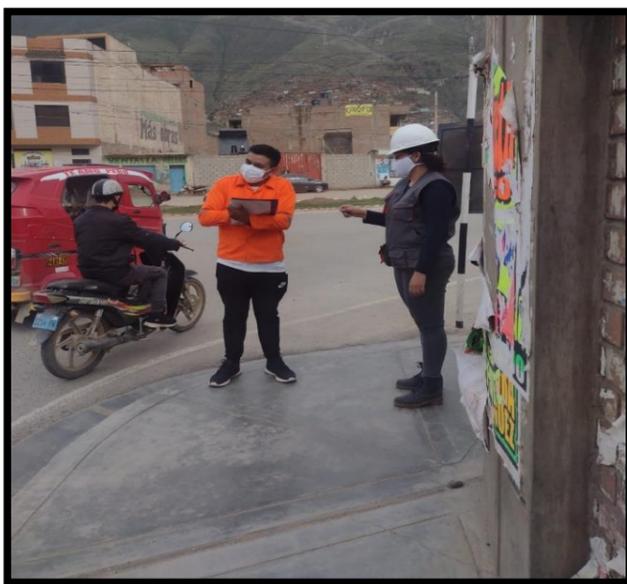
Ubicación del aforador en la dirección de Huánuco a Esperanza.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 70

Ubicación del aforador en la dirección al acceso al puente Joaquín garay Figueroa.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 71

Ubicación del aforador en la dirección de la Esperanza entrando a Huánuco.



Fuente: Elaboración propia (2021).