

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



TESIS

“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTA DE MEJORA VIAL EN LA AVENIDA HUMBOLDT, TRAMO ENTRE AVENIDA COLLPA-AVENIDA VIOLETA, DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA -PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA, AÑO 2019”

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

BACH. HONORI CHURA, JUAN VICTOR

BACH. SALAS SERRANO, ELEAN JOAO

TACNA- PERÚ

2020

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis

“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTA DE MEJORA VIAL EN LA AVENIDA HUMBOLDT, TRAMO ENTRE AVENIDA COLLPA-AVENIDA VIOLETA, DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA -PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA, AÑO 2019”

Tesis sustentada y aprobada el 14 de Enero del 2021; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE: MARTIN PAUCARA ROJAS

SECRETARIO: ERICK FREDY CALDERÓN LOZANO

VOCAL: SANTOS TITO GOMEZ CHOQUEJAGUA

ASESOR: ROLANDO SALAZAR CALDERON JUÁREZ

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Elean Joao Salas Serrano, en calidad de: Grado de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 46933799

Yo, Juan Victor Honori Chura, en calidad de: Grado de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 42908633

Declaramos bajo juramento que:

1. Somos autores de la tesis titulada:

“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTA DE MEJORA VIAL EN LA AVENIDA HUMBOLDT, TRAMO ENTRE AVENIDA COLLPA-AVENIDA VIOLETA, DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA -PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA, AÑO 2019”, la misma que presentamos para optar por el Título Profesional de Ingeniero Civil.

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.

4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumimos frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada.

En consecuencia, nos hacemos responsables frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna 14 de Enero del 2021



Elean Joao Salas Serrano

DNI. 46933799



Juan Víctor Honori Chura

DNI. 42908633

DEDICATORIA

“Se lo dedico al forjador de mi camino, a mi padre celestial, el que me acompaña y siempre me levanta de mi continuo tropiezo, al creador de mis padres y de las personas que más amo, con mi más sincero amor”

AGRADECIMIENTO

A mi esposa Patricia e hijos Fabrizio y Maia por darme la fuerza necesaria para seguir día a día; y a mis queridos padres por el apoyo, cariño y enseñanzas recibidas a lo largo de la vida.

Agradecer también a mi asesor por la colaboración y paciencia entregada para poder cumplir nuestros objetivos.

ÍNDICE

<u>INTRODUCCION</u>	09
<u>CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</u>	10
1.1 <u>DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</u>	10
1.2 <u>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</u>	10
1.2.1. <u>Problema General:</u>	10
1.2.2.. <u>Problemas Específicos:</u>	11
1.3 <u>JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN</u>	11
1.4 <u>OBJETIVOS</u>	11
1.4.1. <u>Objetivo General</u>	11
1.4.2. <u>Objetivo Específicos</u>	12
<u>CAPITULO II: MARCO TEORICO</u>	13
2.1 <u>ANTECEDENTES DE ESTUDIO</u>	13
2.2. <u>BASES TEÓRICAS</u>	15
2.3. <u>DEFINICIÓN DE TÉRMINOS</u>	28
3. <u>CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO</u>	31
3.1 <u>HIPÓTESIS</u>	31
3.1.1 <u>Hipótesis General</u>	31
3.1.2 <u>Hipótesis Específicos</u>	31
3.2 <u>VARIABLES</u>	32
3.3. <u>TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</u>	33
3.3.1 <u>Tipo de investigación</u>	33
3.3.2 <u>Diseño de investigación</u>	33
3.4. <u>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</u>	33
3.5. <u>ÁMBITO Y TIEMPO DE LA INVESTIGACIÓN</u>	34
3.6. <u>POBLACIÓN Y/O MUESTRA DE ESTUDIO</u>	34
3.6.1 <u>Población</u>	34
3.6.2. <u>Muestra</u>	35
3.7. <u>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS</u>	35
3.7.1. <u>Procedimientos</u>	35
3.7.2. <u>Instrumentos</u>	38
4. <u>CAPITULO IV: RESULTADOS</u>	40
4.1. <u>DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO</u>	40
4.2. <u>RESULTADOS</u>	63
<u>CAPITULO V: DISCUSIÓN</u>	72
<u>CONCLUSIONES</u>	73

RECOMENDACIONES.....	74
<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	74
<u>ANEXOS</u>	76
Anexo 01: Matriz de Consistencia.....	77
Anexo 02: Plano de Ubicación.....	78
Anexo 03: Panel Fotográfico.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

<u>Tabla 1:</u> Clasificación de la Red Vial	17
<u>Tabla 2:</u> Ancho de calzada de dos carriles	18
<u>Tabla 3:</u> Valores de densidad máximas permitidas	23
<u>Tabla 4:</u> Niveles de servicio en intersecciones semaforizadas	24
<u>Tabla 5:</u> Indicadores de Flujo Vehicular	32
<u>Tabla 6:</u> Indicadores de Nivel de Servicio	32
<u>Tabla 7:</u> Densidad Poblacional.....	34
<u>Tabla 8:</u> Evolución de la densidad poblacional por hectárea	35
<u>Tabla 9:</u> Turnos de la semana.....	37
<u>Tabla 10:</u> Estación 1 aforo	45
<u>Tabla 11:</u> Estación 2 aforo	46
<u>Tabla 12:</u> Estación 3 aforo	47
<u>Tabla 13:</u> Estación 4 aforo	48
<u>Tabla 14:</u> Estación 1 aforo	51
<u>Tabla 15:</u> Estación 2 aforo	52
<u>Tabla 16:</u> Estación 3 aforo	53
<u>Tabla 17:</u> Estación 4 aforo	54
<u>Tabla 18:</u> Estación 1 aforo	58
<u>Tabla 19:</u> Estación 2 aforo	59
<u>Tabla 20:</u> Estación 3 aforo	60
<u>Tabla 21:</u> Estación 4 aforo	61
<u>Tabla 22:</u> Cuadro resumen del estado actual de la intersección de la Av. Humboldt con Av. Violeta	62
<u>Tabla 23:</u> Cuadro resumen del estado actual de la intersección de la Av. Humboldt con la Ca. Amapolas	63
<u>Tabla 24:</u> Cuadro resumen del estado actual de la intersección de la Av. Humboldt con Av. Collpa	65
<u>Tabla 25:</u> Propuesta de optimización de carriles.....	66
<u>Tabla 26:</u> Antes de la optimización.....	66
<u>Tabla 27:</u> Propuesta de optimización de carriles.....	67
<u>Tabla 28:</u> Antes de la optimización.....	67
<u>Tabla 29:</u> Propuesta de optimización de carriles.....	68
<u>Tabla 30:</u> Antes de la optimización.....	68
<u>Tabla 31:</u> Tiempo de semáforo	69
<u>Tabla 32:</u> Tiempo de semáforo	70
<u>Tabla 33:</u> Tiempo de semáforo	71

ÍNDICE DE FIGURAS

<u>Figura 1:</u> Metodología operacional para intersecciones semaforizadas	27
<u>Figura 2:</u> Tramo de trabajo en la Av.Humboldt.....	36
<u>Figura 3:</u> Formato de Conteo y Clasificación Vehicular.....	37
<u>Figura 4:</u> Zona de ubicación	39
<u>Figura 5:</u> Las secciones viales de la zona de estudio	41
<u>Figura 6:</u> La semaforización en la zona	41
<u>Figura 7:</u> Intersección Av. Humboldt con Av. Collpa	42
<u>Figura 8:</u> Sección Vial Av. Humboldt.....	43
<u>Figura 9:</u> Seccion Vial Av.Violeta	43
<u>Figura 10:</u> Tiempo de semaforización	44
<u>Figura 11:</u> Estaciones	44
<u>Figura 12:</u> Giros.....	45
<u>Figura 13:</u> Aforo E1	46
<u>Figura 14:</u> Aforo E2	47
<u>Figura 15:</u> Aforo E3	48
<u>Figura 16:</u> Aforo E4	48
<u>Figura 17:</u> Sección Vial Av. Humboldt.....	49
<u>Figura 18:</u> Sección Vial Ca. Amapolas.....	49
<u>Figura 19:</u> Tiempo de semaforización	50
<u>Figura 20:</u> Estaciones	50
<u>Figura 21:</u> Giros.....	51
<u>Figura 22:</u> Aforo E1.....	52
<u>Figura 23:</u> Aforo E2.....	53
<u>Figura 24:</u> Aforo E3.....	54
<u>Figura 25:</u> Aforo E4	55
<u>Figura 26:</u> Sección Vial Av. Humboldt.....	55
<u>Figura 27:</u> Sección Vial Av. Collpa.....	56
<u>Figura 28:</u> Tiempo de semáforo.....	56
<u>Figura 29:</u> Estaciones.....	57
<u>Figura 30:</u> Giros.....	57
<u>Figura 31:</u> Aforo E1	58
<u>Figura 32:</u> Aforo E2	59
<u>Figura 33:</u> Aforo E3	60
<u>Figura 34:</u> Aforo E4	61
<u>Figura 35:</u> Según la situación actual Av. Humboldt con Av. Violeta	62
<u>Figura 36:</u> Según la situación actula Av. Humboldt con Ca. Amapolas	63
<u>Figura 37:</u> Según la situación actual Av. Humboldt con Av. Collpa	65

<u>Figura 38:Resultado</u>	66
<u>Figura 39: Resultado después de la optimización de carriles</u>	67
<u>Figura 40: Resultado después de la optimización de carriles</u>	68
<u>Figura 41:Optimización de tiempo de semáforo</u>	69
<u>Figura 42: Nuevo nivel de servicio aplicando la optimización de tiempo de semáforo</u>	69
<u>Figura 43: Optimización de tiempo de semáforo</u>	70
<u>Figura 44: Nuevo nivel de servicio aplicando la optimización de tiempo semáforo</u>	70
<u>Figura 45:Optimización de tiempo de semáforo</u>	71
<u>Figura 46:Nuevo nivel de servicio aplicando la optimización de tiempo de semáforo</u>	71

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo de investigación es ver el nivel de servicio del flujo vehicular en la intersección vial de la Av. Humboldt con la Av. Collpa, Av. Violeta y Calle Las Amapolas; ubicado en la Ciudad de Tacna, departamento de Tacna, Distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa. Las intersecciones en estudio son muy concurridas por diferentes tipos de vehículos, generando congestión vehicular especialmente en horas punta provocando caos y grandes colas de vehículos. Para lograr la optimización de esta intersección, lo primero que se hizo fue la evaluación del comportamiento del flujo vehicular para poder determinar el nivel de servicio de la intersección en función del volumen de tráfico y las características geométricas de la misma.

En campo se realizó la toma de información básica del estado actual de la intersección: conteo vehicular, tiempo de semaforización y carriles existentes, usando para ello la metodología de análisis operacional del HCM 2010. Los datos obtenidos en campo fueron procesados mediante hojas de cálculo Excel, para luego usarlo como datos de entrada para la metodología de análisis operacional del HCM 2010.

Cabe resaltar que el estudio fue realizado en enero 2019. La simulación nos dio como resultado un nivel de servicio de "A". Se propuso 1 alternativa de solución para la optimización del flujo vehicular de la intersección en estudio es: cambio de fases del semáforo y así también eliminar el giro a la izquierda, mejorando los tiempos de semaforización y por último realizar un intercambio vial en el acceso de la Av. Humboldt ya que dicho acceso es el que se muestra más congestionado. Esperemos que este trabajo quede como una herramienta de consulta para proyectos posteriores.

Palabras Claves: Nivel de Servicio, Flujo vehicular, Volumen de tráfico, Intersección, Tiempo de semaforización.

ABSTRACT

The main objective of this research work is to see the service level of the vehicular flow at the road intersection of Av. Humboldt with Av. Collpa, Av. Violeta and Calle Las Amapolas; located in the City of Tacna, department of Tacna, Distric of Gregorio Albarracín Lanchipa. The intersections under study are very crowded by different types of vehicles, generating vehicular congestion especially at peak time, causing chaos and large queues of vehicles. To achieve the achieve the optimization of this intersection, the first thing that was done was the evaluation of the behavior of the vehicular flow in order to determine the level of the service of based on the intersection based on the volume of traffic and its geometric characteristics.

In the field, basic information was taken on the current state of the intersection: vehicle count, signaling time and existing lanes, using the HCM 2010 operational analysis methodology. The data obtained in the were processed using Excel spreadsheets, to the use it as input data for the operational analysis methodology of the 2010 HCM.

It should be noted that the study was carried out in January 2019. The simulation gave us a service level of "A" 1 alternative solution was proposed for the optimization of the vehicular flow of the intersection under study: change of phases of the traffic light and thus also eliminate the turn to the left, improving traffic light time and finally carry out a road interchange in the access of Av. Humboldt since said access is the most comanaged. Hopefully this work remains as a reference tool for later project.

Key words: Level of Service, Traffic flow, Traffic volume, Intersection, traffic signaling time.

INTRODUCCIÓN

El tráfico vehicular es actualmente uno de los principales problemas que enfrentan las ciudades urbanas en el país, el cual afecta a la sociedad y al medio ambiente. Actualmente la ciudad de Tacna está enfrentando el inicio de este problema, pero es probable que en unos años se vea afectada como en otras ciudades, si no existe la intervención por parte del gobierno local para prever.

Uno de los principales problemas que se ve día a día es el claro congestionamiento vehicular debido al incremento del parque automotor de la ciudad. La intersección vial de la Av. Humboldt Con Av. Collpa, es uno de los 6 accesos al distrito punto de atracción de los usuarios que se dirigen hacia norte y centro de la ciudad.

Aspectos como la falta de planificación y situación económica contribuyen a tener graves problemas con el transporte urbano, generando pérdidas de tiempo al trasladarse de un lugar a otro, contaminación ambiental, etc.

El presente trabajo de investigación busca la optimización de estas intersecciones, proponiendo alternativas de solución, empleando la metodología de análisis operacional del HCM 2010.

La estructura de esta tesis presenta 05 capítulos, los cuales se presentan de la siguiente manera:

El capítulo I denominado planteamiento del problema, se refiere a la descripción del problema, formulación del problema, la justificación y los objetivos. Asimismo, se da a conocer las hipótesis.

En el capítulo II, se desarrolla el marco teórico, antecedentes, bases teóricas y definiciones.

En el capítulo III, se menciona al marco metodológico, tipo y diseño de investigación, población y/o muestra de estudio, operacionalización de variables, técnicas e instrumentos para la recolección de datos y el procesamiento y análisis de datos.

El capítulo IV, está referido a los resultados de la investigación a partir de descripción del trabajo de laboratorio y gabinete.

El capítulo V, está referido a conocer la discusión del trabajo. El trabajo de investigación termina con la presentación de las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La congestión e incremento vehicular en el distrito de Gregorio Albarracín L. es evidente en los últimos años, y el flujo vehicular se ha visto saturado a causa del exceso en la demanda de vías de tránsito, acarreando retrasos en los tiempos de movilización vehicular. Normalmente este fenómeno se produce en horas pico, provocando frustración tanto en choferes como en pobladores que requieren moverse en transporte público y privado.

A esto sumamos la falta de cultura vial en gran parte de la población, donde la mayoría de la población desconocen las normas de tránsito vehicular, haciendo caso omiso a las señales informativas.

El problema se acentúa con la excesiva congestión vehicular generada en las llamadas horas pico en la Av. Humboldt del distrito Gregorio Albarracín L. desde la intersección con Av. Violeta, tramo que presenta una gran demanda de vehículos hasta la intersección con la Av. Collpa, que origina colas, causando un registro de servicio bastante hostil.

Todo esto genera un descoordinado diseño de semaforización, y la gran falta de gestión de mantenimiento en las señales de tránsito, no tomando en cuenta el tránsito peatonal.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

- ✓ ¿Cómo se determinará el nivel de servicio y propuesta de mejora vial en la avenida Humboldt, tramo entre Avenida Collpa-Avenida Violeta del Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa de la provincia de Tacna, departamento de Tacna?

1.2.2. Problemas Específicos

- ✓ ¿Cómo se determinará el nivel de servicio de la vía, en la avenida Humboldt, tramo entre Avenida Collpa-Avenida Violeta, del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa de la provincia de Tacna, departamento de Tacna?
- ✓ ¿Cómo se propondrá las alternativas de soluciones al problema del tránsito en la avenida Humboldt, tramo entre Avenida Collpa-Avenida Violeta, del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa de la provincia de Tacna, departamento de Tacna?
- ✓ ¿Cómo se planteará una mejora vial en la avenida Humboldt, tramo entre Avenida Collpa-Avenida Violeta, del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa de la provincia de Tacna, departamento de Tacna?

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Al hacer una observación de la situación del transporte de la avenida en estudio, se puede ver el problema que causa el congestionamiento vehicular, por lo tanto, se propone una alternativa de mejoramiento en el tramo comprendido entre la Av. Collpa y Av. Violeta del distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa, que cumpla a su vez con todas las especificaciones técnicas y normas, pudiendo así minimizar el congestionamiento de vehículos.

En consecuencia, es necesario proponer soluciones de mejoramiento para las vías, y así conseguir que el tránsito sea eficaz y seguro, en beneficio de la población que transita por el sector.

La importancia del presente tema radica en prevenir y reducir los daños que causa el congestionamiento de tránsito vehicular, puesto que el deficiente transporte vehicular provoca que la vía se vuelva intransitable para los vehículos.

1.4 Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- ✓ Determinar el nivel de servicio, elaborar propuesta de mejora vial en la Avenida Humboldt, tramo entre Avenida Collpa - Avenida Violeta, del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa de la provincia de Tacna.

1.4.2. Objetivos Específicos

- ✓ Determinar el nivel de servicio de la avenida Humboldt, tramo entre Avenida Collpa - Avenida Violeta, del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa en la provincia de Tacna, departamento de Tacna.
- ✓ Proponer alternativas de soluciones al problema de tránsito en la avenida Humboldt, tramo entre Avenida Collpa - Avenida Violeta, del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa en la provincia de Tacna.
- ✓ Plantear una mejora vial en la avenida Humboldt, tramo entre Avenida Collpa - Avenida Violeta, del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa en la provincia de Tacna.

1.5 HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis General

- ✓ La determinación del nivel de servicio es desfavorable para el tránsito vehicular y se propuso el cumplimiento de normas viales en la avenida Humboldt, tramo entre Avenida Collpa - Avenida Violeta, del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa de la Provincia de Tacna, departamento de Tacna

1.5.2. Hipótesis Específicos

- ✓ Realizando un aforo vehicular se determina el nivel de servicio de la vía en la Avenida Humboldt, tramo entre Avenida Collpa-Avenida Violeta, del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa de la provincia de Tacna, departamento de Tacna.
- ✓ Reprogramando el sentido de los giros en los accesos de la vía se planteó soluciones alternativas que mejoran el tránsito en la Avenida Humboldt, tramo entre Avenida Collpa-Avenida Violeta, del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa de la provincia de Tacna, departamento de Tacna.

- ✓ Con los análisis de tránsito realizados en esta investigación se planteó un mejoramiento vial en la avenida Humboldt, tramo entre avenida entre Avenida Collpa-Avenida Violeta, del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa de la provincia de Tacna, departamento de Tacna.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

(Urbina, 2019) El 2019 se publicó el artículo titulado **“Optimización del flujo vehicular en la Intersección vial de la Av. Bolognesi y la Av. Gustavo Pinto en la ciudad de Tacna”**, el cual consistió en realizar un análisis de las diversas condiciones generadas por efecto de la congestión vehicular producida en la intersección de la Av. Pinto y Av. Bolognesi en la ciudad de Tacna, provocándose un lento flujo vehicular sobre todo en horas pico. La metodología que se utilizó se basó en el Manual de Capacidad de Carreteras del 2010, y la información de conteo vehicular se obtuvo por medio del aforo manual desarrollado en el cruce de ambas avenidas durante 7 días. Los datos de campo e información obtenida de la Municipalidad Provincial de Tacna fueron procesados finalmente con el programa Synchro Traffic 8.0 para simulación de tráfico. Los resultados obtenidos confirmaron que debido a la gran cantidad de vehículos que circulan por la intersección el grado de saturación es crítico, concluyendo así que se debe optimizar el flujo vehicular de la zona con la presentación de varias propuestas para solucionar el nivel de servicio, y de esta forma disminuir la congestión vehicular actual.

(Doig, 2011) Jean Doig Godier presentó el año 2011 su tesis titulada: **“Análisis del nivel de servicio peatonal en la ciudad de Lima”** para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Católica del Perú. Este estudio tuvo como objetivo principal analizar los factores que intervienen en la percepción del nivel de servicio peatonal en Lima. La metodología utilizada se enfocó en la revisión de aspectos, criterios y métodos para evaluar la calidad del tránsito peatonal, los cuales incluyeron una observación preliminar, toma de datos de circulación y elementos de control de tráfico, para lo cual se utilizó el Manual de Capacidad de carreteras (Highway Capacity Manual, HCM) que sirve para la estimación estándar y la correcta evaluación del nivel de servicio en transportes. Se concluyó que los criterios del HCM aplican perfectamente para el estudio, pero que los resultados no caracterizan completamente las condiciones en el funcionamiento de la infraestructura peatonal, ya que el HCM presentó problemas al realizar algunos análisis. También se determinó que la principal problemática

que afecta al peatón es el aspecto de seguridad vial. Finalmente se recomienda que, al realizar diseños de infraestructura vial para peatones no solamente se analice la capacidad vial, y se deban considerar también aspectos que intervengan en la percepción de la calidad.

(Alcántara, 2018) María del Rosario Alcántara Quispe presentó el año 2018 la tesis titulada: **“Análisis del nivel de servicio y capacidad vehicular de la avenida San Martín de Porres, ubicada entre la avenida Atahualpa y la avenida argentina, aplicando la metodología del HCM 2000.”** para la obtención del título de Ingeniero civil en la Universidad Nacional de Cajamarca, en la cual el objetivo principal fue el determinar la capacidad vehicular y el nivel de servicio que presenta la Av. San Martín en la ciudad de Cajamarca, así como determinar características geométricas y el volumen vehicular en horas pico. Se aplicó la metodología HCM y así se determinaron los elementos de entrada, tiempo de movimiento, tiempo de propagación vehicular, velocidad de desplazamiento y el nivel de servicios. Mediante los resultados obtenidos se determinó que las características geométricas no cumplen con lo establecido por el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, y que la composición del flujo vehicular de la Av. está integrado principalmente por vehículos menores. Finalmente se concluyó que la Av. San Martín cuenta con un nivel de servicio variable.

(Nina, 2017) El año 2017 Abraham Nina Huanca presentó la tesis titulada: **“Optimización del tráfico vehicular en las principales intersecciones del Jr. Mariano Núñez Butrón del centro de la ciudad de Juliaca”** para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Peruana Unión. El objetivo de este trabajo fue el de evaluar y optimizar el tráfico vehicular del sector. La metodología utilizada se basó en Manual de Capacidad de Carreteras del 2010 y en las normas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Se realizaron trabajos de implantación de intersecciones y vías, levantamientos topográficos para las determinaciones geométricas, evaluaciones e inventariado vial de elementos y factores para conocer el estado y la conservación de las vías; así como el estudio de tráfico por medio de aforos vehiculares durante 7 días.

Finalmente, para determinar la modelación de tráfico y los niveles de servicio se utilizó el software Synchro Traffic 8.0. Después de analizar y obtener todos los resultados se pudo determinar que en el Jr. Huancané hay mayor volumen vehicular, y que el mayor porcentaje de vehículos que transitan son moto taxis (38%), seguidos de camionetas rurales y autos con 18% y 14% respectivamente. También se determinó que la capacidad vial y nivel de servicio corresponden al nivel F, y que la programación de fases y ciclos de semáforos y señalizaciones viales son inadecuados. Por lo tanto, se concluyó que se debe realizar mantenimiento vial, implementación de las señalizaciones de tránsito, y la reprogramación de ciclos y tiempos de la mayoría de semáforos.

(Ortiz Lanchipa & Veliz Cabrera, 2018) Eduardo Ortiz y Ana Veliz presentaron el año 2018 la tesis titulada: “**Optimización del flujo vehicular en la intersección vial de la Av. Gustavo Pinto con la Av. Industrial de la ciudad de Tacna - Tacna**”, la cual tuvo como objetivo principal la optimización del flujo vehicular de la intersección vial Av. Industrial y Av. Gustavo Pinto ubicada en la Ciudad de Tacna. La metodología fue analítico descriptiva, en la que se realizó un reconocimiento de ambas avenidas, carriles existentes, conteo vehicular y tiempo de semaforización, utilizando la metodología basada en análisis del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010) y el software de simulación de tráfico Synchro Traffic versión 8. Se propusieron 3 alternativas para solucionar el flujo vehicular en el sector de estudio, y por los resultados obtenidos y teniendo en cuenta que la 1ra alternativa de solución pudiese realizarse de manera más rápida y económica, más no de manera permanente, se optó por un intercambio vial para evitar el congestionamiento en el acceso de la Avenida Pinto, así como cambio de fases del semáforo y eliminación del giro a la izquierda.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Capacidad vial

Es la máxima proporción horaria de peatones o vehículos que pasan por un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un determinado periodo de tiempo, bajo las condiciones que prevalecen del tránsito, camino y dispositivos de control. (Manual de carreteras DG-2014)

2.2.2. Normatividad

Los términos de referencia de la presente tesis, indican que las normas de diseño a seguir son el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG 2018), elaborado por el MTC y aprobado mediante RDNº 143-2018-TC/15.17 del 02.01.18, HCM 2010 y en forma complementaria las normas de diseño de la AASHTO.

2.2.3. Clasificación Vial

De acuerdo a la Demanda: Teniendo en cuenta que el IMD obtenido en el estudio de tráfico para el primer tramo de la carretera es inferior a 400veh/día, y el segundo tramo superior a 400veh/día, por consiguiente, la vía se clasifica como una CARRETERA DE TERCERA Y SEGUNDA CLASE respectivamente.

2.2.4. Velocidad Directriz

“De acuerdo al manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2018), la velocidad directriz o de diseño es la escogida para el diseño geométrico de la vía, entendiéndose que será la máxima velocidad que se podrá mantener con seguridad sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño.”

Asimismo, establece que la elección de la velocidad directriz depende de la importancia o categoría de la futura carretera, de los volúmenes de tránsito que va a mover, de la configuración topográfica del terreno, de los usos de la tierra, del servicio que se pretenda ofrecer, de las consideraciones ambientales, de la homogeneidad a lo largo de la carretera de las facilidades de acceso, de la disponibilidad de recursos económicos y de las facilidades de financiamiento.

“La velocidad directriz condiciona todas las características geométricas de la vía, su definición se encuentra íntimamente ligada al costo de construcción de cada carretera. Para una velocidad directriz alta, el diseño vial obliga, entre otros, al uso de mayores anchos de plataforma y mayores radios de giro en las curvas horizontales, lo que trae como consecuencia el incremento de los volúmenes de obra.” (Manual de carreteras DG-2014)

A partir de la tabla N° 1-2, del Manual de Diseño Geométrico de Carretera, relaciona la velocidad de diseño con la clasificación de la carretera y la orografía, se tiene que para una carretera de 2DA CLASE y orografía tipo 1, la velocidad varía entre 60km/h y 100km/h, para una orografía 2, la velocidad varía entre 60km/h y 80km/h. para tipo 3, la velocidad varía entre 50km/h y 70km/h y para una orografía tipo 4 la velocidad es de 40 y 60 km/hr. Mientras que para una vía de TERCERA CLASE y orografía tipo 1, la velocidad varía entre 40km/h y 80km/h, para una orografía 2, la velocidad varía entre 40km/h y 60km/h. para tipo 3, la velocidad varía entre 30km/h y 40km/h y para una orografía tipo 4 la velocidad es de 40km/hr.(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

TABLA 01: Clasificación De La Red Vial Peruana

CLASIFICACION DE LA RED VIAL PERUANA Y SU RELACION CON LA VELOCIDAD DE DISEÑO																				
CLASIFICACIÓN	SUPERIOR								PRIMERA CLASE				SEGUNDA CLASE				TERCERA CLASE			
TRAFICO VEH/DIA ⁽¹⁾	> 4000								4000 - 2001				2000-400				< 400			
CARACTERÍSTICAS	AP ⁽²⁾				MC				DC				DC				DC			
OROGRAFIA TIPO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
VELOCIDAD DE DISEÑO:																				
30 KPH																				
40 KPH																				
50 KPH																				
60 KPH																				
70 KPH																				
80 KPH																				
90 KPH																				
100 KPH																				
110 KPH																				
120 KPH																				
130 KPH																				
140 KPH																				
150 KPH																				

AP : Autopista
 MC : Carretera Multicarril o Dual (dos calzadas)
 DC : Carretera De Dos Carriles
 Rango de Selección de Velocidad

NOTA 1: En zona tipo 3 y/o 4, donde exista espacio suficiente y se justifique por demanda la construcción de una autopista, puede realizarse con calzadas a diferente nivel asegurándose que ambas calzadas tengan las características de dicha clasificación.
NOTA 2: En caso de que una vía clasifique como carretera de la 1ra. Clase y a pesar de ello se desea diseñar una vía multicarril, las características de ésta se deberán adecuar al orden superior inmediato. Igualmente si es una vía dual y se desea diseñar una autopista, se deberán utilizar los requerimientos mínimos del orden superior inmediato.
NOTA 3: Los casos no contemplados en la presente clasificación, serán justificados de acuerdo con lo que disponga el MTC y sus características serán definidas por dicha entidad.

Fuente: Tabla Normas de Diseño Geométrico DG - 2018 del MTC

2.2.5. Sección transversal

Así como en la velocidad directriz, la sección transversal de la vía, está basada en la orografía y la clasificación de la vía que atraviesa a la misma, sumándole a ésta la velocidad directriz. (DG-2018)

a.- Calzada

En base a lo recomendado por la Norma DG-2018, y en función a la IMDA para clasificación de carreteras velocidad de diseño, y velocidad del diseño, se determinará el ancho de la calzada según la siguiente tabla.

TABLA 02: Ancho De Calzada De Dos Carriles

CLASIFICACION	SUPERIOR								PRIMERA CLASE				SEGUNDA CLASE				TERCERA CLASE				
VEHICIA (1)	> 4000								4000-2001				2000-400				< 400				
CARACTERISTICAS	AP ²				NC				DC				DC				DC				
OROGRAFIA TIPO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
VELOCIDAD DE DISEÑO:																					
30 KPH																				5,00	5,00
40 KPH																				5,00	5,00
50 KPH											7,00	7,00				6,60	6,60	6,60	6,60		
60 KPH						7,20	7,20	7,00	7,00	7,20	7,20	7,00	7,00	7,00	7,00	6,60	6,60	6,60	6,60		
70 KPH			7,20	7,20	7,20	7,20	7,00	7,00	7,20	7,20	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	6,60	6,60	6,60	6,60		
80 KPH	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,00	7,00	7,00	7,00				7,00		
90 KPH	7,20	7,20			7,20	7,20	7,20		7,20	7,20			7,00								
100 KPH	7,20	7,20			7,20	7,20	7,20		7,20				7,00								
110 KPH	7,30	7,30			7,30								7,00								
120 KPH	7,30	7,30			7,30																
130 KPH	7,30																				
140 KPH	7,30																				
150 KPH																					

Fuente: Tabla de las Normas de Diseño Geométrico DG - 2018 del MTC

b.- Flujo vehicular

Se denomina al movimiento de vehículos en una Avenida o calle con determinada dirección. Se conoce así al número de vehículos que transitan por lugar en un determinado lapso.

c.- Hora Pico

Mayor circulación de vehículos que de costumbre, en reducido tiempo, aumentando de esta forma el flujo vehicular.

d.- Tráfico vehicular

Este fenómeno es producido cuando el flujo de vehículos se produce en una carretera, avenida o calle. También presenta muchas similitudes con otros fenómenos como el flujo de partículas, o el flujo de peatones, entre otros.

e.- Ingeniería de tráfico vehicular

Se define como una rama de la ingeniería civil que diseña, planifica y opera el tráfico en las autopistas, calles y vías, considerando en todo momento su infraestructura y la relación con otros medios de transporte, para alcanzar la eficiencia en la fluidez, así como la seguridad de peatones y vehículos.

2.2.6. Elementos de la ingeniería de tráfico vehicular

➤ Elementos Estáticos

Son aquellos elementos que se encuentran presentes en forma pasiva en el diseño, planificación y operación de la ingeniería de tráfico, y a su vez asisten a una mejoría del entendimiento vial. Un claro ejemplo son las Señales viales. (Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras 2016)

➤ Elementos Dinámicos

Son elementos que de forma activa actúan en el diseño, planificación y operación de la ingeniería de tráfico, contribuyendo al mejor así a la mejor práctica del sistema vial.

Destacando entre estos elementos los sensores y semáforos; la finalidad de estos últimos dispositivos electrónicos es el de facilitar el control de tránsito de peatones y vehículos, permitiendo el paso alternado, y el uso seguro y ordenado del espacio disponible. (Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras 2016)

2.2.7. Congestión Vehicular

Se denomina así la condición que se impone si la introducción de un vehículo en un flujo de tránsito aumenta con el tiempo de circulación de los demás.

2.2.8. Causas de la congestión vehicular

Las causas principales que ocasionan congestiones vehiculares son: Transporte urbano y sus características, infraestructura vial y sus condiciones, desmedida cantidad de automóviles, problemas en gestión pública de transporte, y la forma de conducir los vehículos.

“La falta de planificación vial es una causa de congestionamiento debido a que no se toman en cuenta los criterios que la componen como el desarrollo poblacional, diseño geométrico de vialidades, aforos y monitoreos de rutas de diferentes modos de transporte. Debido a la falta de planificación vial, diversas ciudades no han podido anticipar los cambios sociales, económicos, espaciales y ambientales que han surgido, esto ocasiona una crisis de movilidad urbana e insuficiencia de servicios. Es por eso que se deben realizar análisis urbanos más rigurosos, apegados al estricto seguimiento de los planes urbanos.” (Ortiz Lanchipa & Veliz Cabrera, 2018)

2.2.9. Tipos de flujos

2.2.9.1. Tipo de flujo continuo

Las vías de flujo continuo no provocan interrupciones, ni tampoco presentan elementos que obstaculicen el volumen de tránsito como señales de alto, semáforo, etc. (Manual de Seguridad Vial 2017)

2.2.9.2. Tipo de flujo discontinuo

Las vías de flujo discontinuo provocan interrupciones de manera periódica en el tráfico, y presentan elementos fijos tales como señales de alto, y semáforos que obligan, al margen de la cantidad de vehículos que transiten.

2.2.10. Volumen de tráfico

Se denomina así a el número de vehículos que circulan por un punto en una vía, intersección o cruce durante un lapso específico de tiempo. Para realizar la estimación de volumen vehicular, se debe tener claro el volumen esperado de vehículos que desean pasar por una vía o sector en un determinado tiempo.

2.2.11. Velocidad

Se considera la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. En otras palabras, la velocidad se expresa en kilómetros por hora (km/h).

La velocidad es considerada una medida de calidad del servicio proporcionado al motorista. Es utilizada para medir la eficiencia, y así definir los niveles de servicio

La velocidad se puede emplear de diferentes maneras de acuerdo a los estudios que se realicen, llevando a cabo diferentes tipos de velocidad como la velocidad de Punto, la media temporal y la media espacial. (Manual de Seguridad Vial 2017)

2.2.12. Dispositivo para el control de tránsito

Peatones y vehículos deben compartir los mismos escenarios sobre todo en las vías urbanas, asegurando bienestar y fluidez de tránsito tanto vehicular como peatonal. Es por esto que se busca el control de tránsito y así asignar a todos los conductores el derecho de paso, garantizando un movimiento ordenado y facilitando la viabilidad. Este tipo de control se da a través de letreros, semáforos, y señales que guíen y regulen el tránsito a la vez.

Se considera al semáforo es el principal dispositivo de regulación de tránsito, distribuyendo en intervalos diferentes movimientos conflictivos periódicamente. Se les conoce también como señales de control de tráfico y normalmente están ubicados en intersecciones viales y en lugares estratégicos, para así eliminar cualquier tipo de conflicto vehicular, asignando el flujo vehicular en distintas intersecciones de la urbe. (Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras 2016)

2.2.13. Conteo o aforos vehiculares

El aforo vehicular tiene la finalidad de responder varias preguntas como los tipos de vehículos, movimientos y volúmenes que transitan en determinada zona. El conteo vehicular busca la caracterización del tránsito, así como la composición vehicular y los tipos de maniobras que los vehículos realizan. En días típicos debe realizarse este procedimiento, para obtener datos y resultados significativos del sector o vía en la que se llevó a cabo.

Los conteos se pueden realizar de manera manual o automática, estos volúmenes de tránsito siempre están referidos a una unidad de tiempo que pueden ser minutos, horas, días, semanas, etc.

2.2.14. La simulación de tráfico vehicular

(Suarez, 2007) señala que “los diferentes modelos para el tránsito vehicular están basados en teorías con enfoques microscópicos y macroscópicos. Todos estos modelos están basados en métodos y modelos matemáticos, los cuales representan el comportamiento del flujo.”

- **Macro simulación:** Se considera la representación general y continua de los aspectos típicos como (densidad, velocidad, volumen, etc.) del comportamiento del flujo vehicular, para lo cual se debe realizar un análisis de conducta dinámica y colectiva. (Del Mar, s. f.)
- **Meso simulación:** En una escala de mediana magnitud se debe analizar los grupos de vehículos de acuerdo a cantidad de vehículos y espacio.
- **Micro simulación:** En un área determinada de la red vial se evalúan los comportamientos de flujo vehicular, obteniendo de esta manera indicadores representativos del funcionamiento del tránsito que circula. Se considera de gran utilidad el análisis por conveniencia o no, para realizar alguna intervención de proyecto vial, ya sea de un punto de red vial o intersección. (Del Mar, s. f.)

2.2.15. Capacidad y niveles de servicio

Capacidad: Se considera así al flujo máximo o tasa que puede soportar una calle o vía. Por la capacidad que posee un camino para admitir un volumen máximo de trabajo se puede considerar como eficiente.

La HCM 2010 lo define como: “Capacidad de una vía a la máxima intensidad horaria de personas o vehículos que tienen una probabilidad razonable de atravesar un perfil transversal o tramos uniforme de un carril o calzada durante un periodo de finido de tiempo bajo las condiciones prevalecientes de la plataforma, el tráfico y los sistemas de regulación.”

➤ **Condiciones viales o de la plataforma**

Estas se refieren a características geométricas de una carretera o calle, la que incluye, el tipo de infraestructura, características urbanas del entorno, anchura y número de carriles, etc.

➤ **Condiciones de la circulación**

Se refieren a las características de la circulación que utiliza la instalación. Se definen por su cantidad, distribución de tráfico entre carriles y sentidos y la composición de vehículos. (Del Mar, s. f.)

➤ **Condiciones de control**

Se refieren a los tipos y diseño específico de los sistemas de control y de la normativa existente en una vía. El tipo, la ubicación y la programación de los semáforos son condiciones del control que influyen de manera crítica a la capacidad. (Del Mar, s. f.)

Niveles de Servicio: Describe de manera cualitativa las condiciones de cómo opera el flujo vehicular. Tiempo de recorrido, velocidad, comodidad, libertad de maniobra, seguridad vial y conveniencia.

Según el Manual de Capacidad de Carreteras del año 2000 define a los niveles de servicio como una medida cualitativa que describe las condiciones operativas del flujo diario, y generalmente la relación de estas condiciones en relación con variables como Tiempo de recorrido, velocidad, comodidad, libertad de maniobra, seguridad vial y conveniencia. Se han definido seis niveles de servicio para cada tipo de vía para el que se disponen procedimientos de análisis. (Del Mar, s. f.)

TABLA 03. - Valores De Densidades Máximas Permitidas

Nivel de Servicio	Densidad (vl/km/c)
A	7
B	12
C	19
D	26
E	42
F	>42

Fuente: Tabla Normas de Diseño Geométrico DG - 2018 del MTC

Estas cifras son los valores límite y representan las máximas densidades permitidas dentro de cada nivel de servicio correspondiente.

TABLA 4: Niveles De Servicio En Intersecciones Semaforizadas

NIVEL DE SERVICIO	CARACTERÍSTICAS DE OPERACION	DEMO RA (s/veh)
A	Baja demora, coordinación extremadamente favorable y ciclos cortos, los vehículos no se detienen	<10
B	Ocurre con una buena coordinación y ciclos cortos, los vehículos empiezan a detenerse	>10-20
C	Ocurre con una coordinación regular y/o ciclos largos, los ciclos en forma individual empiezan a fallar	>20-35
D	Empieza a notarse la influencia de congestión ocasionada por un ciclo largo y/o una coordinación desfavorable o relaciones v/c altas, muchos vehículos se detienen	>35 - 55
E	Es el límite aceptable de la demora; indica una coordinación muy pobre, grandes ciclos y relaciones v/c mayores, las fallas en los ciclos son frecuentes	>55-80
F	El tiempo de demora es inaceptable para la mayoría de conductores, ocurren cuando los valores de flujo exceden a la capacidad de la intersección o cuando las relaciones v/c son menores de 1.00 pero con una coordinación muy pobre y/o ciclos demasiados largos.	>80

Fuente: Tabla Normas de Diseño Geométrico DG - 2018 del MTC

La demora por control es la medida operacional crucial para definir un nivel de servicio en un flujo discontinuo.

Seguidamente se describen las condiciones operativas que ya existen en cada uno de los niveles de servicio según el Manual de Capacidad vial HCM 2010 del TRB:

➤ **Nivel de servicio A**

“Describe operaciones en régimen libre. En aquellos elementos con velocidad de proyecto de 112 km/h se produce en general una velocidad media

de recorrido prevaleciente cerca a los 96 km/h. Los vehículos circulan sin prácticamente restricción alguna en su capacidad de maniobra dentro de la corriente circulatoria. Con una densidad de 7 vl/km/c esto permite un gran nivel de comodidad física y psicológica a los conductores.” (Ortiz Lanchipa & Veliz Cabrera, 2018)

➤ **Nivel de servicio B**

También representa condiciones razonablemente dentro del régimen libre, y en elementos de autopista con velocidad proyecto de 112 km/h se alcanzan velocidades sostenidas de 90 km/h, su densidad máxima es de 12 vl/km/c. La capacidad de maniobra dentro de la corriente circulatoria se ve solo ligeramente restringida.

➤ **Nivel de servicio C**

“Proporciona operaciones en régimen estable, pero los flujos se aproximan al dominio en el cual pequeños incrementos en la intensidad ocasionan graves deterioros en el servicio. La velocidad media de recorrido todavía es superior a los 87 km/h. La libertad de maniobra esta notablemente restringida en este nivel de servicio, y se requiere mayor ciudad y vigilancia por parte del conductor en los cambios de carril, la densidad máxima es de 19 vl/km/c. Son de esperar colas detrás de cualquier bloqueo significativo. El conductor experimenta un incremento notorio en la tensión.”

➤ **Nivel de servicio D**

El nivel de servicio D bordea el flujo inestable. Pequeños incrementos de la intensidad provocarán sustanciales deterioros en el servicio. Todavía se puede mantener velocidades medias de recorrido de 74 km/h. La libertad de maniobra está seriamente limitada con una densidad máxima de 26 vl/km/c.

➤ **Nivel de servicio E**

La circulación de este nivel es extremadamente inestable, porque no existen virtualmente intervalos utilizables dentro del flujo vehicular. Refleja un grave deterioro del servicio, la capacidad de maniobra dentro de la circulación es extremadamente limitada. La velocidad media de recorrido es de 48 km/h.

➤ **Nivel de servicio F**

Describe un flujo formado o en colapso. Esta situación generalmente se produce dentro de las colas que se forman detrás de los puntos de rotura del flujo. Los colapsos se deben a varias razones:

- a) Incidentes de tráfico originados por una reducción temporal en la capacidad de un segmento reducido, de forma que el número de vehículos que llegan a la sección es mayor que el del número de vehículos que pueden circular por ella.
- b) Puntos de congestión recurrente, tales como áreas de confluencia o de trenzado o de pérdida de un carril, en los cuales el número de vehículos que llegan es mayor que el de vehículos que pasan a través de la zona.
- c) A los efectos de predicción, cualquier punto donde la intensidad previsible en la hora punta exceda la capacidad estimada del mismo será un problema en potencia. (Ortiz Lanchipa & Veliz Cabrera, 2018)

2.2.16. Análisis operacional del HCM 2010

Tiene como finalidad estimar las medidas de eficiencia que se generan en un principio para elementos individuales y después se agregan para el sistema como un todo. A través del análisis operacional se logra determinar la capacidad y el nivel de servicio de cada grupo de carriles y el nivel de servicio global de la intersección, a partir del detalle de las condiciones que prevalecen. A continuación, la figura esquematiza el procedimiento. (Ortiz Lanchipa & Veliz Cabrera, 2018)

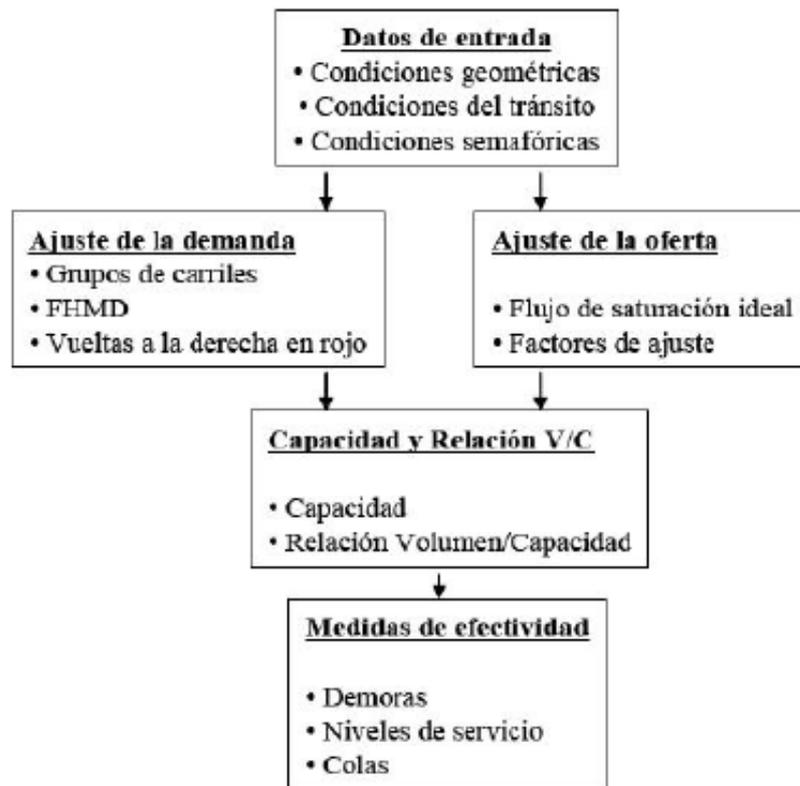


Figura 1: Metodología operacional para intersecciones semaforizadas.

- **Condiciones geométricas**

Estas condiciones contienen la información completa de la configuración física de la intersección, tanto como ancho y números de carriles, movimientos por cada carril. Etc.

- **Condiciones de tránsito**

Se refiere al volumen de tránsito por cada movimiento en accesos específicos de cada intersección. Se considera además la distribución de diferentes tipos de vehículos que transitan, como por ejemplo bicicletas que pudiesen interferir en los giros ya sean a la derecha como izquierda.

- **Condiciones de semaforización**

Estas condiciones incluyen toda información referente a los semáforos, como por ejemplo los tiempos en color verde y las longitudes del ciclo; se resumen en un diagrama de fases. (Ortiz Lanchipa & Veliz Cabrera, 2018)

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- 2.3.1. **VOLUMEN:** “Es el número de vehículos que pasan por un punto durante un tiempo específico.” (Cal y mayor & Cardenas, 2018)
- 2.3.2. **TASA DE FLUJO:** “Es la frecuencia a la cual pasan los vehículos durante un tiempo específico menor a una hora, expresada como una tasa horaria equivalente.”
- 2.3.3. **DEMANDA:** “Es el número de vehículos que desean viajar y pasan por un punto durante un tiempo específico. Donde existe congestión, la demanda es mayor que el volumen actual, ya que algunos viajes se desvían hacia rutas alternas y otros simplemente no se realizan debido a las restricciones del sistema vial.” (Cal y mayor & Cardenas, 2018)
- 2.3.4. **CAPACIDAD:** “Es el número máximo de vehículos que pueden pasar por un punto durante un tiempo determinado, es una característica del sistema vial. En un punto, el volumen actual nunca puede ser mayor que su capacidad real, sin embargo, hay situaciones en las que parece que esto ocurre precisamente debido a que la capacidad es estimada o calculada mediante algún procedimiento y no observada directamente en campo.” (Cal y mayor & Cardenas, 2018)
- 2.3.5. **VELOCIDAD:** “Se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, usualmente expresada en km/h.” (Cal y mayor & Cardenas, 2018)
- 2.3.6. **TRB:** Transportation Research Board (Consejo de Investigación sobre el Transporte de los Estados Unidos).
- 2.3.7. **NIVEL DE SERVICIO:** “El nivel de servicio de una intersección con semáforos se define a través de las demoras, las cuales representan para el usuario una medida de tiempo perdido de viaje, del consumo de combustible, de la incomodidad, y de la frustración. Específicamente el nivel

de servicio se expresa en términos de la demora media por vehículo debido a las detenciones para un período de análisis de 15 minutos, considerado como periodo de máxima demanda.” (Cal y mayor & Cardenas, 2018)

- 2.3.8. **TRANSITO:** “Es la acción de transitar (ir de un lugar a otro por vías o parajes públicos). El concepto suele utilizarse para nombrar al movimiento de los vehículos y las personas que pasan por una calle, una carretera u otro tipo de camino.” (Cal y mayor & Cardenas, 2018)
- 2.3.9. **TRANSITO VEHICULAR:** Es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista. (Cal y mayor & Cardenas, 2018)
- 2.3.10. **FLUJO VEHICULAR:** “Es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista. Antes de cualquier diseño geométrico de una vía se deben conocer las características del tránsito que va a ocupar esa carretera o calle.” (Cal y mayor & Cardenas, 2018)
- 2.3.11. **CIRCULACION VEHICULAR:** “Es un término que hace mención a la acción de circular (perteneciente o relativo al círculo o que parece no tener fin, ya que acaba en el mismo punto en el cual comienza). Por antonomasia, se conoce como circulación al tránsito por las vías públicas.” (Cal y mayor & Cardenas, 2018)
- 2.3.12. **CONGESTION:** “Se produce cuando el volumen de tráfico o de la distribución normal del transporte genera una demanda de espacio mayor en carreteras.” (Cal y mayor & Cárdenas, 2018)
- 2.3.13. **TRÁFICO VIAL:** “El tránsito vehicular o tránsito automovilístico (también llamado tráfico vehicular o, simplemente, tráfico) es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista.” (Cal y mayor & Cárdenas, 2018)
- 2.3.14. **SEÑALIZACION:** “La señalización vial responde a la necesidad de organizar y brindar seguridad en caminos, calles, pistas o carreteras. La vida y la integridad de quienes transitan por dichas vías dependen de lo que

la señalización indique, de la atención que se le preste y de la responsabilidad de asumir lo que ordene.” (Cal y mayor & Cárdenas, 2018)

2.3.15. **SEMAFORIZACION:** “Es un dispositivo electrónico para regular el tránsito de peatones y vehículos mediante el uso de señales luminosas. Los semáforos tienen la función de regular el tránsito de vehículos en las intersecciones.” (Cal y mayor & Cárdenas, 2018)

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación se considera de tipo aplicada, debido a que serán aplicados herramientas, conceptos y metodologías alineadas a Determinar el nivel de servicio y proponer una mejora vial en la Avenida Humboldt, tramo entre Avenida Collpa-avenida Violeta, del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa -provincia y departamento de Tacna.

3.1.2 Nivel de investigación

El nivel de investigación corresponde a aprehensivo, este nivel de investigación corresponde a una investigación cuyos objetivos implican “analizar o comparar”, comprende además el nivel comprensivo, ya que este nivel corresponde a una investigación cuyos objetivos implican proponer, explicar, y predecir tal como se realizó en el presente estudio.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

En la presente investigación se tomará como población al flujo vehicular de la Avenida Humboldt.

En relación al año 2007 la densidad bruta aumenta de 367.5 a 566.8 habitantes por kilómetro cuadrados.

Tabla 5: Densidad Poblacional

	Población		Superficie Territorial Km2	Densidad Poblacional Hab./Km2	
	2007	2015(1)		2007	2015
Prov. Tacna	262,731.00	329,073.00	8,066.11	32.57	40.80
Dist. Tacna	94,428.00	89,707.00	2,407.18	39.20	37.27
Dist. Cnel. Gregorio Albarracín Lanchipa	68,989.00	106,405.00	187.74	36.50	566.80

Fuente: INEI Censos Nacionales XI de Población y VI de Vivienda 2007. Tacna
Compendio Estadístico 2011-2012
Fuente: PAT Provincial de Tacna 2014-2023
Elaboración: Equipo Técnico PUD-GAL-2016

Tabla 6: Evolución de la densidad poblacional por hectárea

Año	Población (Hab.)	Hectáreas(Ha)	Densidad (hab./Ha)
2003	55,550.00	479.17	115.93
2009	76,882.00	1,072.23	71.70
2015	106,405.00	1,473.36	72.22
2021	147,265.00	2,733.58	53.87

Fuente: Catastro 2009 Municipalidad Distrital Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa
Fuente: INEI – Censos Nacional 2007: XI de Población y VI de Vivienda
Elaboración: Equipo Técnico PUD-GAL-2016

3.2.2. Muestra

Conformada por el análisis de los tramos de Avenida Collpa y Avenida Violeta.

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1. Identificación de la variable Independiente

Tabla 7: Indicadores de flujo vehicular

Variable	Concepto	Indicador
IMD	Es el índice diario o el caudal vehicular.	Veh/día
Flujo Vehicular	Movimiento de vehículo a una dirección determinada.	Km/hr.
Giros	Son los sentidos de giro que tienen los vehículos en una intersección.	Sentido
Tiempos en semáforos	Las fases y ciclos del semáforo o vienen a ser el conjunto de movimientos en una intersección que obedecen a una secuencia del tráfico.	Fases y ciclos y unidades de segundos.

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Identificación de la variable dependiente

Tabla 8: Indicadores de Nivel de Servicio

Variable	Definición	Indicador
Nivel de Servicio	Vienen a ser una medida cualitativa que nos indica en que condición se encuentra el flujo vehicular de una intersección, según el HCM 2010.	Las medidas son A, B, C, D, E y F
Capacidad	Es el número máximo de vehículo que pueden pasar por un punto durante un tiempo determinado.	V/C=Volumen de capacidad de un carril.

Fuente: Elaboración propia

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. Procedimientos

La recolección de datos se realizó por medio del aforo vehicular de la intersección Av. Humboldt con la Av. Collpa. (Ver Figura 02).

El conteo vehicular se realizó los días miércoles 30 de enero, viernes 01 y sábado 02 del mes de febrero del 2019 en tres turnos, cumpliendo de esta manera con el Manual de diseño geométrico de vías urbanas.

Tabla 9: Turnos de la Semana

Primer turno:	07:00 am – 9:00 am
Segundo turno:	12:00 pm – 2:00 pm
Tercer turno:	06:00 pm – 8:00 pm

Fuente: Elaboración propia

Ya que en estos turnos presentan mayor volumen de vehículos, por lo tanto, el conteo vehicular se realizó en esas horas. El conteo vehicular se realizó de forma manual utilizando hojas, lapiceros y tableros. Se requirió de 2 personas para el conteo vehicular.

Se utilizó un formato de aforo vehicular en el que se registró el número de vehículos por categorías en intervalos de 15 minutos. Para mayor detalle, se anexaron los conteos vehiculares completos. Para determinar el volumen de tránsito vehicular y el porcentaje por categoría de vehículo, estos datos recogidos fueron necesarios.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA		ESTACION																		
SENTIDO		CODIGO DE LA ESTACION																		
UBICACIÓN		DIA Y FECHA																		
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				
				PICK UP	PANEL		RURAL Combi	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
00	E																			
01	S																			

Figura 3: Formato de Conteo y Clasificación Vehicular

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC)

Así mismo se midió con cronómetro el tiempo de semaforización de los semáforos de la intersección. Se identificó los carriles existentes de cada vía y se midió el ancho correspondiente con el uso de una wincha.

3.4.2. Instrumentos

Investigación documental: Se realizó la consulta en diferentes fuentes tales como libros, guías, manuales, artículos y tesis relacionadas con este estudio, tomando como referencias bases teóricas, antecedentes, términos específicos y datos que fueron considerados relevantes para esta investigación.

Recolección de datos: El aforo vehicular se realizó considerando todo tipo de vehículos, comprendiendo todas las categorías establecidas por el MCT. El aforo se realizó en 3 días y en periodos de 15 minutos, con énfasis en horas pico, considerando que estas se presentan en la mañana, medio día y en la tarde.

Para la recolección de datos se emplearon los siguientes materiales:

- Filmadora.
- Cámara fotográfica.
- Cinta métrica.
- Cronómetro.
- Lapiceros de colores.
- Borrador.

Para procesamiento de datos:

- Software office (Word, Excel y Power Point y Pdf)
- PC personal e impresora.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO

ZONA DE UBICACIÓN

Ubicación política:

- Departamento : Tacna
- Provincia : Tacna
- Distrito : Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa
- Localidad : Asoc. Las Américas, El morro y Sauces



Figura 4: Zona de ubicación

Fuente: Google Map.

Ubicación geográfica

La ubicación geográfica según sus coordenadas son:

Intersección Av. Humboldt con Avenida Violeta.

- latitud 18° 2'4.59"S
- longitud 70°14'41.17"O
- latitud 18° 1'35.88"S
- longitud 70°14'37.97"O

Vías que colindan en la zona de estudio

Para el presente estudio no se consideraron calles o pasajes, ya que el flujo vehicular es menor al 1%, no se considera influyente para el análisis de esta investigación.

Principales Vías:

- Los Jazmines
- Calle 1
- Gabriela Mistral
- Federico Basadre
- Aurelio García

Calles y Pasajes: No consideras sus flujos

- Margaritas
- José Luis Orbegozo
- Las Rosas
- Las Cucardas
- Las camelias
- Clavel
- Bugarvillas
- Aralias

SECCIONES VIALES DE LA ZONA DE ESTUDIO



Figura 5.- Las secciones viales de la zona de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

SEMAFORIZACION

El sector donde se realizó el estudio cuenta con tres semáforos ubicados a una distancia de 1150 metros entre cada uno, el semáforo de la Av. Humboldt y la calle Amapolas y de 910.00 metros Entre la Calle Amapolas y Calle Collpa estos tres semáforos tienen dos fases en su ciclo de tiempo.



Figura 6: La semaforización en la zona

Fuente: Elaboración propia.

El flujo del tráfico se controla por medio de los semáforos existentes, dichos semáforos cumplen con ordenar el tránsito en la intersección, pero a pesar de eso,

en horas pico se observa que a lo largo de la Av. Humboldt donde se encuentran ubicados los semáforos, se forman pequeñas congestiones.



Figura 7: Intersección Av. Humboldt con Av. Collpa

Fuente: Elaboración propia.

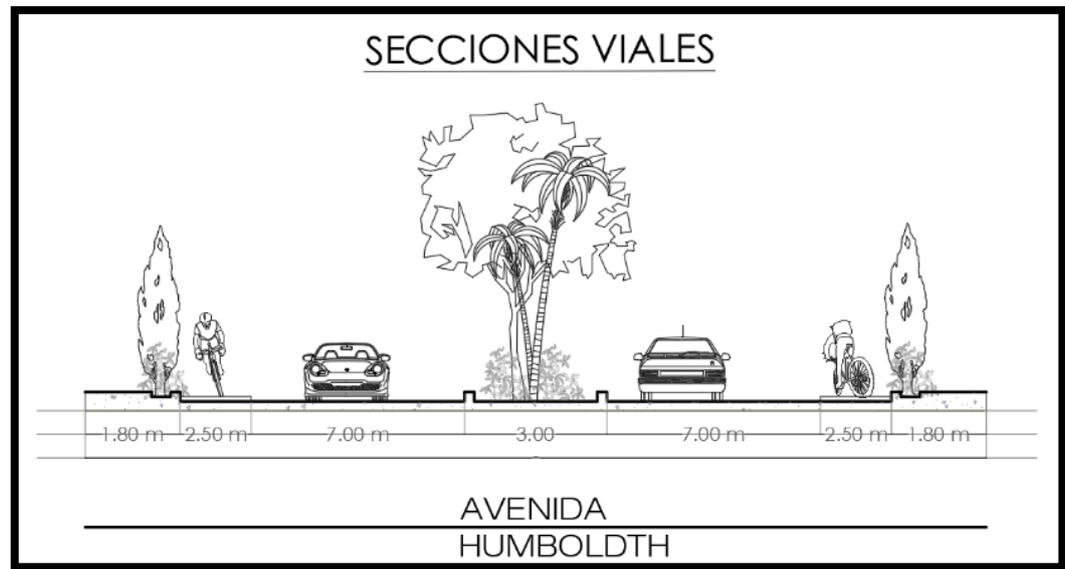
4.1.1 TOMA DE DATOS

4.1.1.1 INTERSECCION AVENIDA HUMBOLDT CON AV. VIOLETA

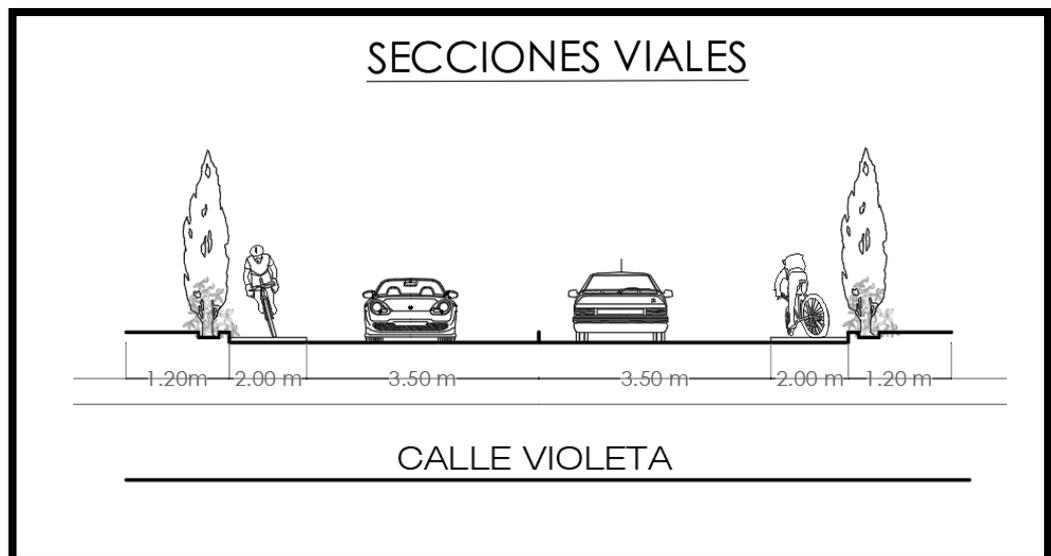
A. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La ubicación geográfica de las tres intersecciones según sus coordenadas:
intersección Av. Humboldt con Avenida Violeta.

- Latitud $18^{\circ} 2'41.92''S$
- Longitud $70^{\circ}14'34.96''O$.

B. SECCION VIAL**Figura 8:** Sección Vial Av. Humboldt

Fuente: Elaboración propia.

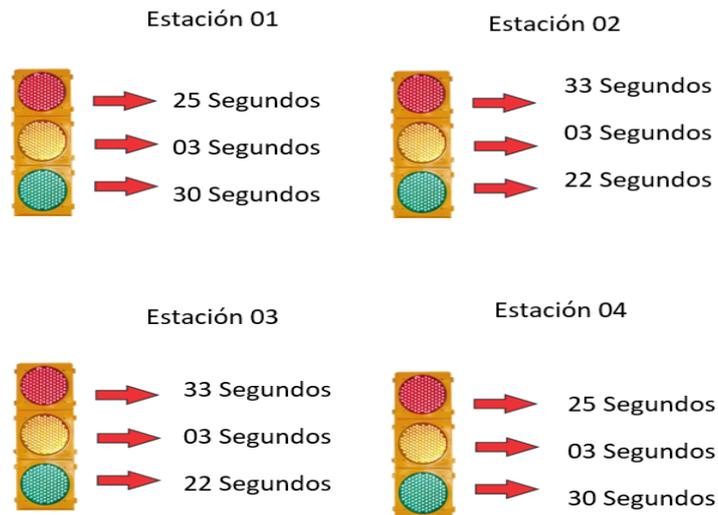
**Figura 9:** Sección Vial Av. Violeta

Fuente: Elaboración Propia

C. FASES Y TIEMPO DE SEMAFORIZACIÓN

Gracias al uso de un cronómetro se logró registrar el tiempo de semaforización siendo el siguiente:

Figura 10: Tiempo de semaforización



Fuente: Elaboración Propia

D. VELOCIDAD

La velocidad en la zona de estudio es de 50 km/h

E. ESTACIONES

Las estaciones fueron designadas de la siguiente manera



Figura 11: Estaciones

Fuente: Elaboración propia

F. GIROS



Figura 12: Giros

Fuente: Elaboración propia

G. RESUMEN DE AFORO

Tabla 10: Estación 1 Aforo

AV. HUMBOLDT CON AV. VIOLETA			
E-1			
MIERCOLES	MAÑANA	255	113
MIERCOLES	TARDE	164	74
MIERCOLES	NOCHE	184	66
VIERNES	MAÑANA	256	48
VIERNES	TARDE	156	22
VIERNES	NOCHE	170	20
SABADO	MAÑANA	210	48
SABADO	TARDE	154	26
SABADO	NOCHE	166	20
MAXIMO 15 min		256	113
MAXIMO 1 hora		1024	452

Fuente elaboración propia

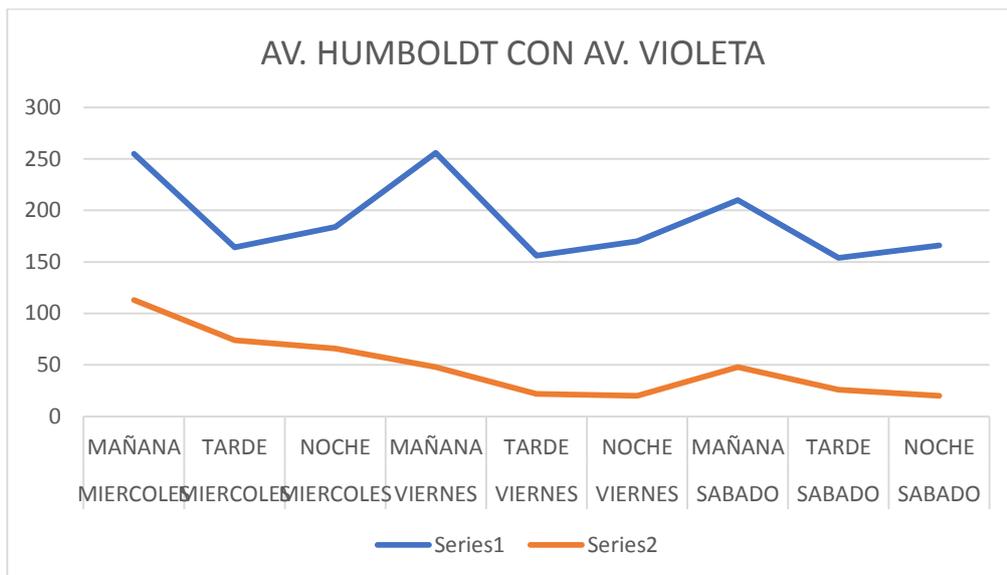


Figura 13: Aforo E1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Estación 2 aforo

AV. HUMBOLDT CON AV. VIOLETA			
E-1		↑	↻
MIÉRCOLES	MAÑANA	84	38
MIÉRCOLES	TARDE	64	28
MIÉRCOLES	NOCHE	68	48
VIERNES	MAÑANA	86	44
VIERNES	TARDE	58	26
VIERNES	NOCHE	68	28
SABADO	MAÑANA	68	44
SABADO	TARDE	64	24
SABADO	NOCHE	72	32
MAXIMO 15 min		86	48
MAXIMO 1 hora		344	192

Elaboración propia

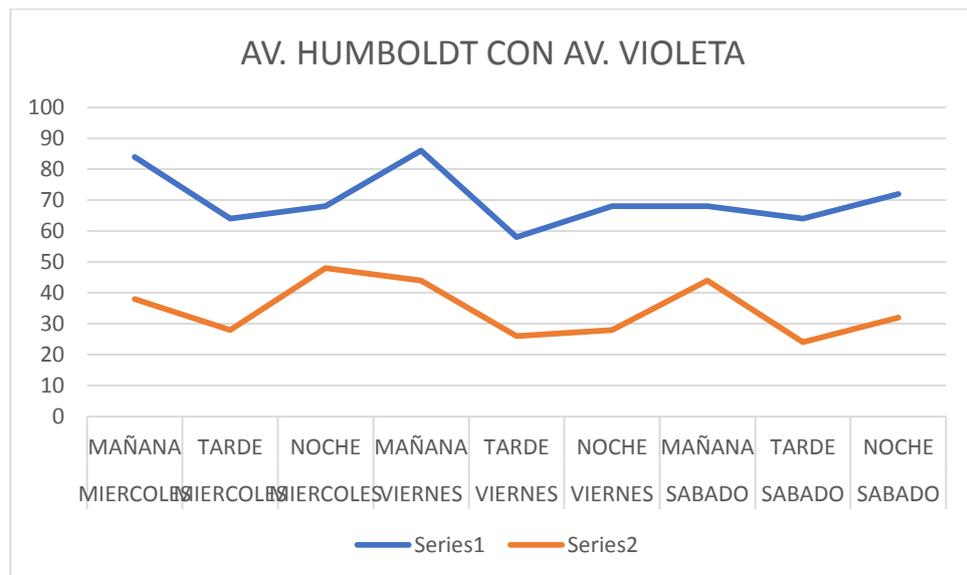


Figura 14: Aforo E2

Elaboración propia

Tabla12: Estación 3 aforo

AV. HUMBOLDT CON AV. VIOLETA			
E-1		↑	↻
MIERCOLES	MAÑANA	136	34
MIERCOLES	TARDE	116	26
MIERCOLES	NOCHE	122	26
VIERNES	MAÑANA	120	58
VIERNES	TARDE	112	28
VIERNES	NOCHE	118	36
SABADO	MAÑANA	110	58
SABADO	TARDE	110	0
SABADO	NOCHE	112	0
MAXIMO 15 min		136	58
MAXIMO 1 hora		544	232

Fuente: Elaboración propia

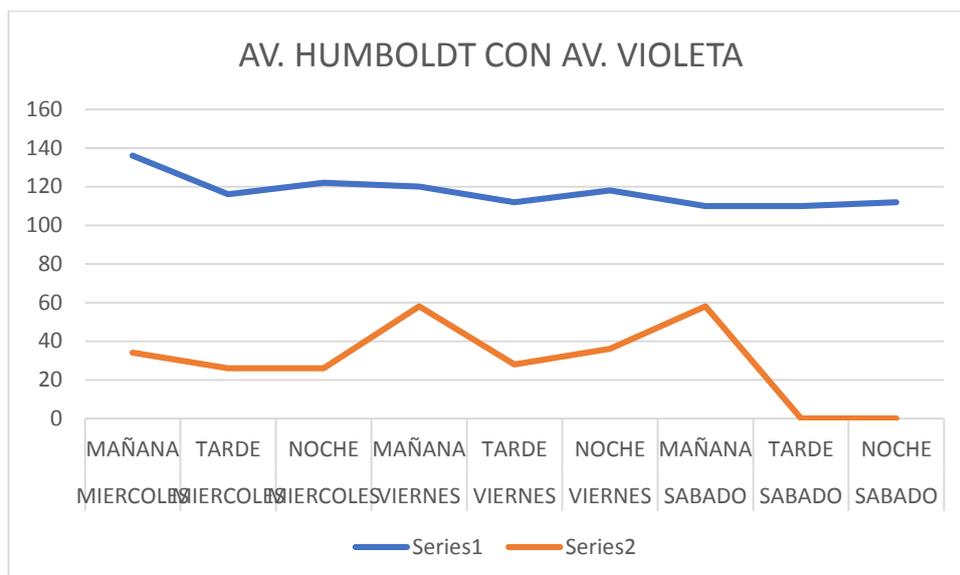


Figura 15: Aforo E3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Estación 4 aforo

AV. HUMBOLDT CON AV. VIOLETA			
E-1			
MIERCOLES	MAÑANA	64	86
MIERCOLES	TARDE	60	84
MIERCOLES	NOCHE	56	82
VIERNES	MAÑANA	87	80
VIERNES	TARDE	60	60
VIERNES	NOCHE	48	68
SABADO	MAÑANA	66	80
SABADO	TARDE	48	62
SABADO	NOCHE	54	66
MAXIMO 15 min		87	86
MAXIMO 1 hora		348	344

Fuente: Elaboración propia

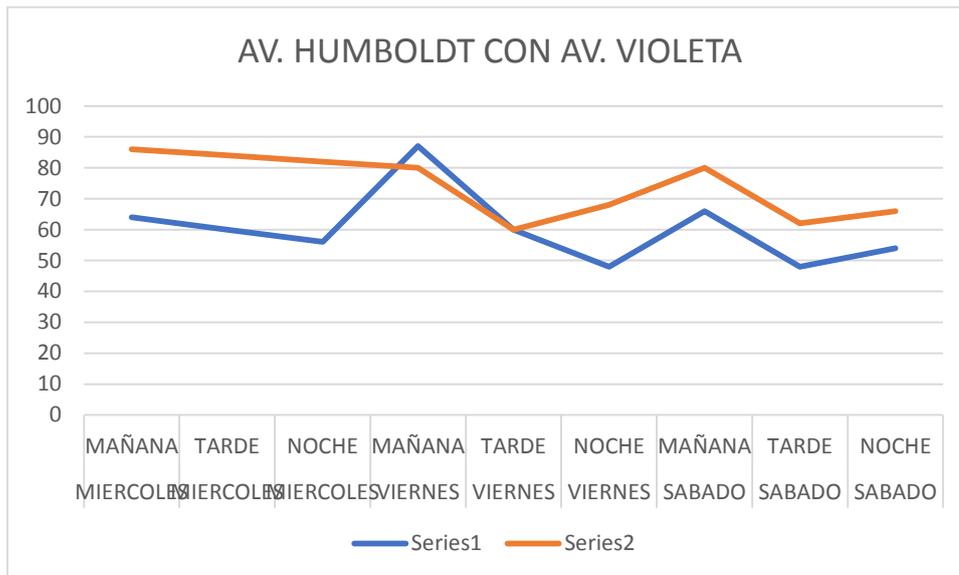


Figura 16: Aforo E4

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.2 INTERSECCION AVENIDA HUMBOLDT CON CALLE AMAPOLAS

A. SECCION VIAL



Figura 17: Sección Vial Av. Humboldt

Fuente: Elaboración Propia

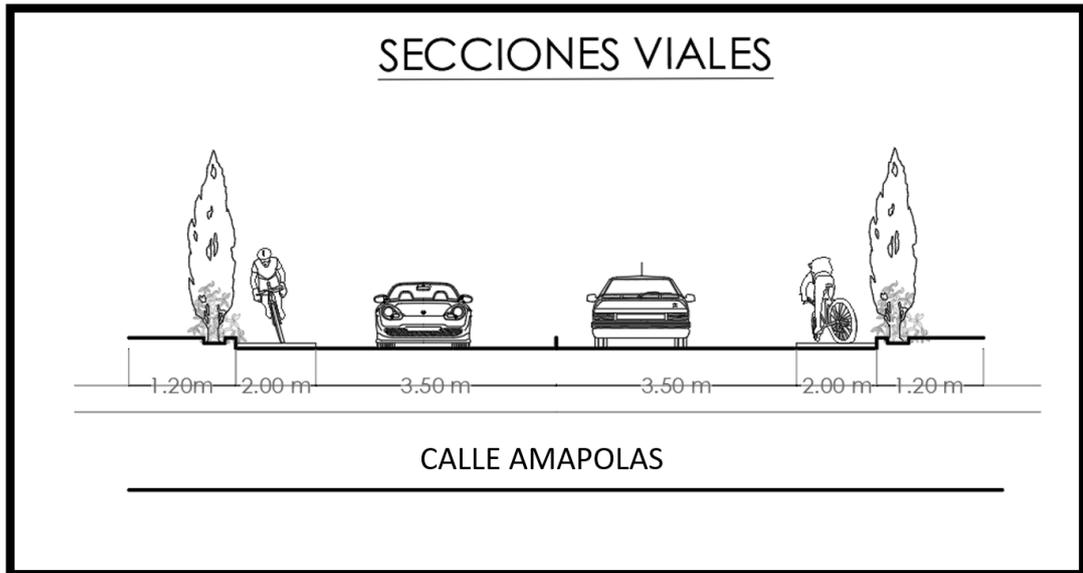


Figura 18: Sección Vial Ca. Amapolas

Fuente: Elaboración Propia

B. FASES Y TIEMPO DE SEMAFORIZACIÓN

Gracias al uso de un cronómetro se logró registrar el tiempo de semaforización siendo el siguiente:

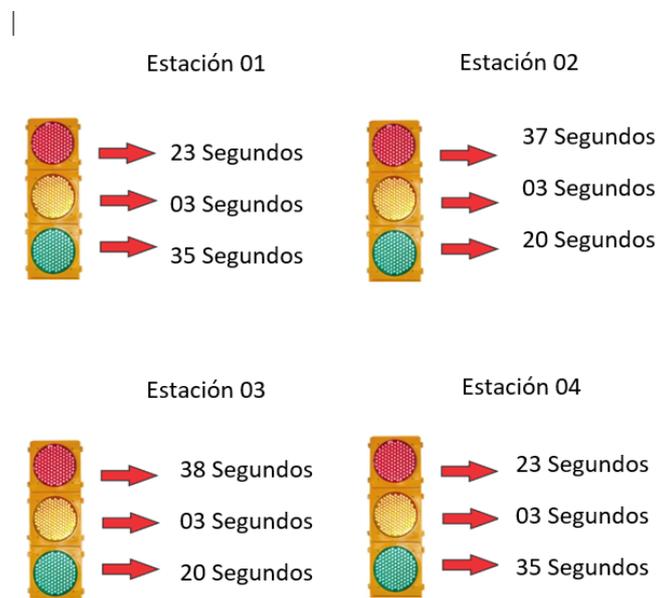


Figura 19: Tiempo de semaforización

Fuente: Elaboración Propia

C. ESTACIONES

Las estaciones fueron designadas de la siguiente manera



Figura 20: Estaciones

Fuente: Elaboración Propia y Google Map.

D. GIROS



Figura 21: Giros

Fuente: Elaboración Propia y Google Map.

RESUMEN DE AFORO

Tabla 14: Estación 1 aforo

AV. HUMBOLDT CON CALLE AMAPOLAS			
E-1			
MIERCOLES	MAÑANA	372	26
MIERCOLES	TARDE	200	16
MIERCOLES	NOCHE	246	18
VIERNES	MAÑANA	370	14
VIERNES	TARDE	190	6
VIERNES	NOCHE	232	4
SABADO	MAÑANA	366	14
SABADO	TARDE	222	6
SABADO	NOCHE	244	4

MAXIMO 15 min	372	26
MAXIMO 1 hora	1488	104

Fuente: Elaboración Propia

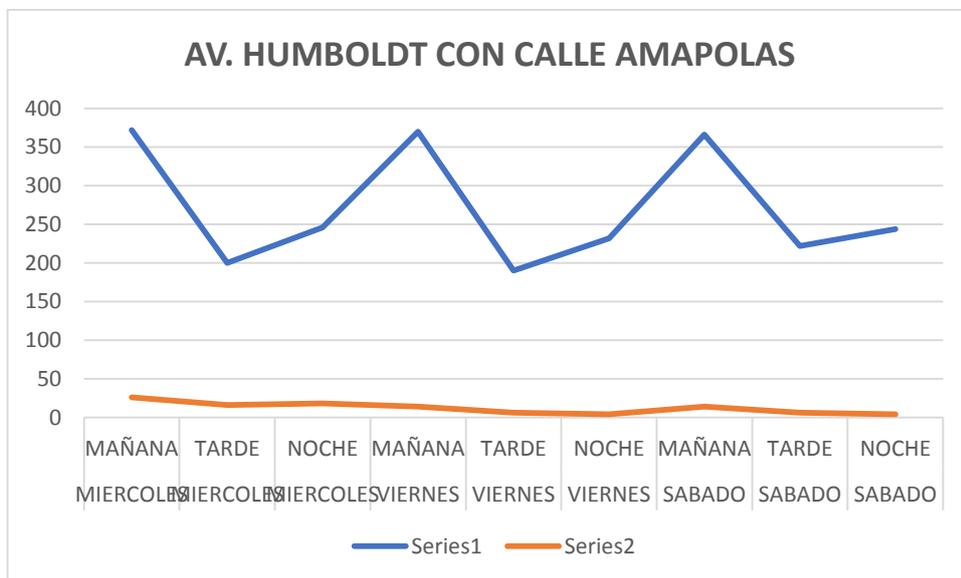


Figura 22: Aforo E1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15: Estación 2 aforo

AV. HUMBOLDT CON CALLE AMAPOLAS			
E-1		↑	↻
MIERCOLES	MAÑANA	16	14
MIERCOLES	TARDE	18	16
MIERCOLES	NOCHE	12	16
VIERNES	MAÑANA	20	28
VIERNES	TARDE	22	20
VIERNES	NOCHE	20	18
SABADO	MAÑANA	12	28
SABADO	TARDE	18	10
SABADO	NOCHE	10	12
MAXIMO 15 min		22	28
MAXIMO 1 hora		88	112

Fuente: Elaboración Propia

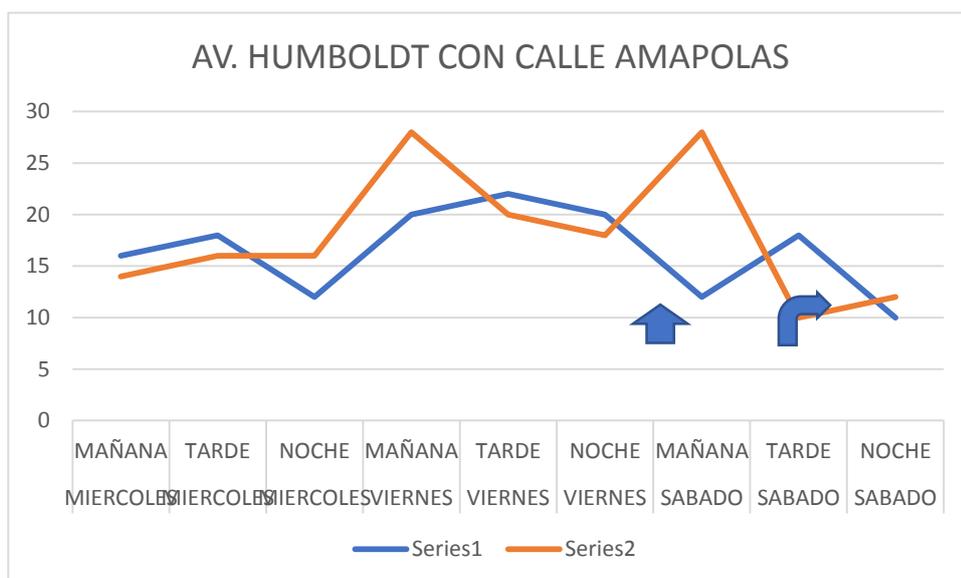


Figura 23:

E2

Fuente:

Elaboración

VIERNES	NOCHE	222	34
SABADO	MAÑANA	174	42
SABADO	TARDE	180	30
SABADO	NOCHE	212	30

Aforo

Propia

MAXIMO 15 min	222	42
MAXIMO 1 hora	888	168

Tabla 16: Estación 3 aforo

Fuente: Elaboración propia

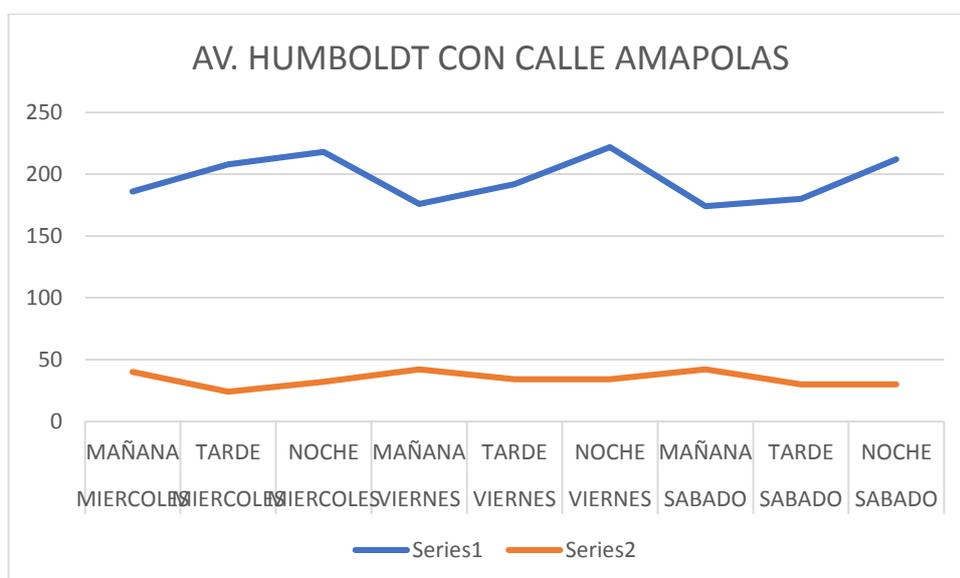


Figura 24: Aforo E3

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17: Estación 4 aforo

AV. HUMBOLDT CON CALLE AMAPOLAS			
E-1			
MIERCOLES	MAÑANA	18	24
MIERCOLES	TARDE	44	14
MIERCOLES	NOCHE	28	12
VIERNES	MAÑANA	12	16
VIERNES	TARDE	16	14
VIERNES	NOCHE	18	14
SABADO	MAÑANA	12	16
SABADO	TARDE	16	16
SABADO	NOCHE	16	12
MAXIMO 15 min		44	24
MAXIMO 1 hora		176	96

Fuente: Elaboración Propia

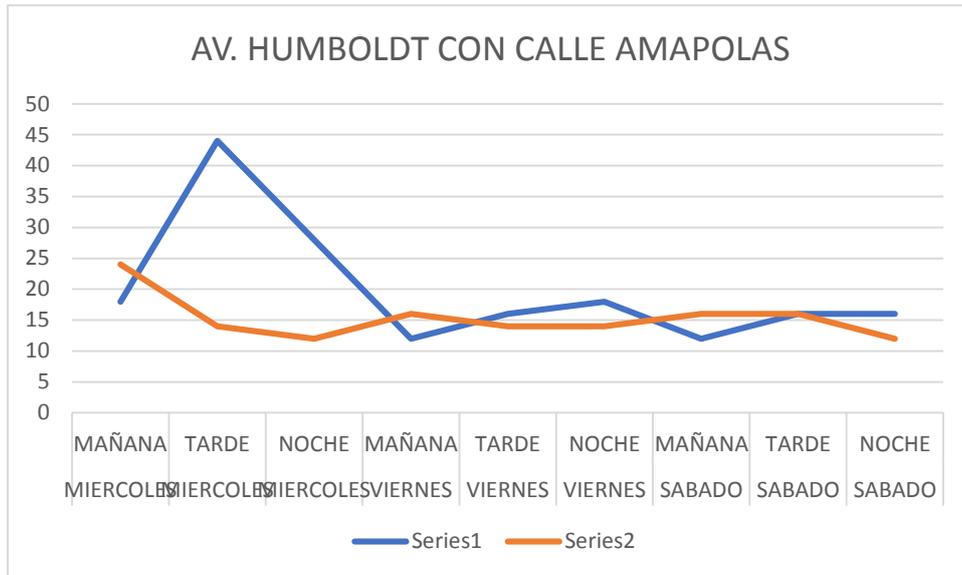


Figura 25: Aforo E4

Fuente: Elaboración Propia

4.1.1.3 INTERSECCION AVENIDA HUMBOLDT CON AV. COLLPA

A. SECCION VIAL

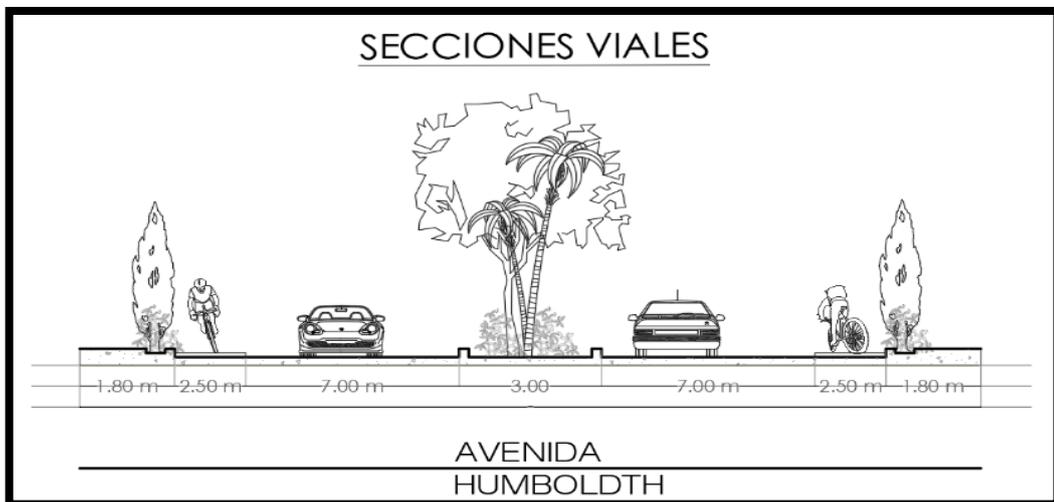


Figura 26: Sección Vial Av. Humboldt

Fuente: Elaboración Propia

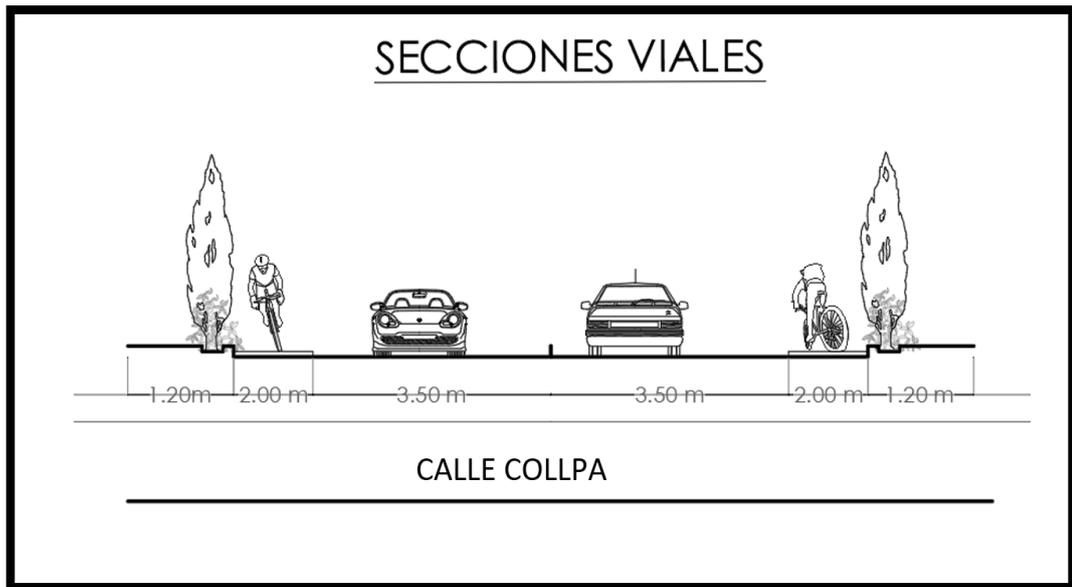


Figura 27: Sección Vial Av. Collpa

Fuente: Elaboración Propia

B. FASES Y TIEMPO DE SEMAFORIZACIÓN

Gracias al uso de un cronómetro se logró registrar el tiempo de semaforización siendo el siguiente:

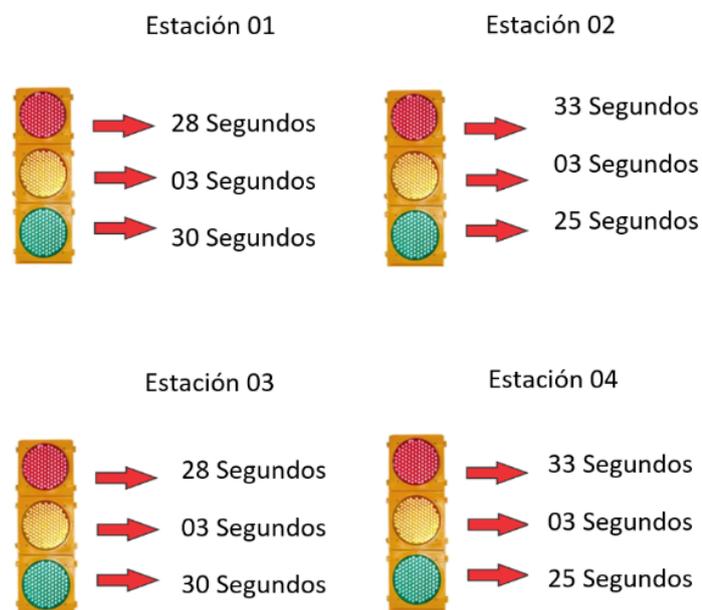


Figura 28: Tiempo de semaforización

C. ESTACIONES

Las estaciones fueron designadas de la siguiente manera.



Figura 29: Estaciones

Fuente: Elaboración Propia y Google Map.

D. GIROS



Figura 30: Giros

Fuente: Elaboración Propia y Google Map.

E. RESUMEN DE AFORO

Tabla 18: Estación 1 aforo

AV. HUMBOLDT CON AV. COLLPA

E-1			
MIERCOLES	MAÑANA	262	58
MIERCOLES	TARDE	170	18
MIERCOLES	NOCHE	178	14
VIERNES	MAÑANA	346	74
VIERNES	TARDE	156	34
VIERNES	NOCHE	170	38
SABADO	MAÑANA	214	74
SABADO	TARDE	154	38
SABADO	NOCHE	166	24

MAXIMO 15 min	346	74
MAXIMO 1 hora	1384	296

Fuente: Elaboración propia

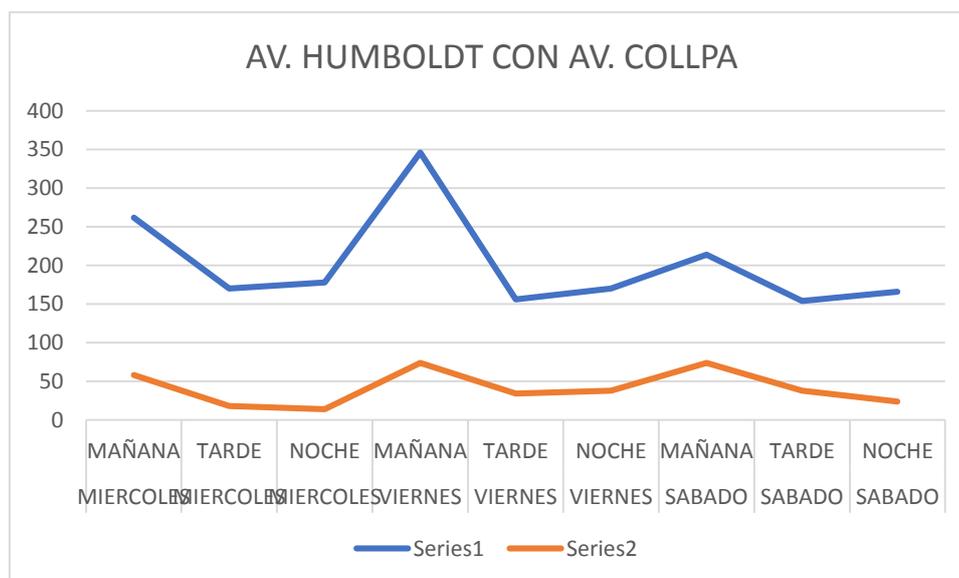


Figura 31: Aforo E1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19: Estación 2 aforo

AV. HUMBOLDT CON AV. COLLPA			
E-1		↑	↻
MIERCOLES	MAÑANA	86	42
MIERCOLES	TARDE	60	30
MIERCOLES	NOCHE	70	42
VIERNES	MAÑANA	87	40
VIERNES	TARDE	54	34
VIERNES	NOCHE	62	30
SABADO	MAÑANA	66	40
SABADO	TARDE	64	30
SABADO	NOCHE	64	34

MAXIMO 15 min	87	42
MAXIMO 1 hora	348	168

Fuente: Elaboración propia

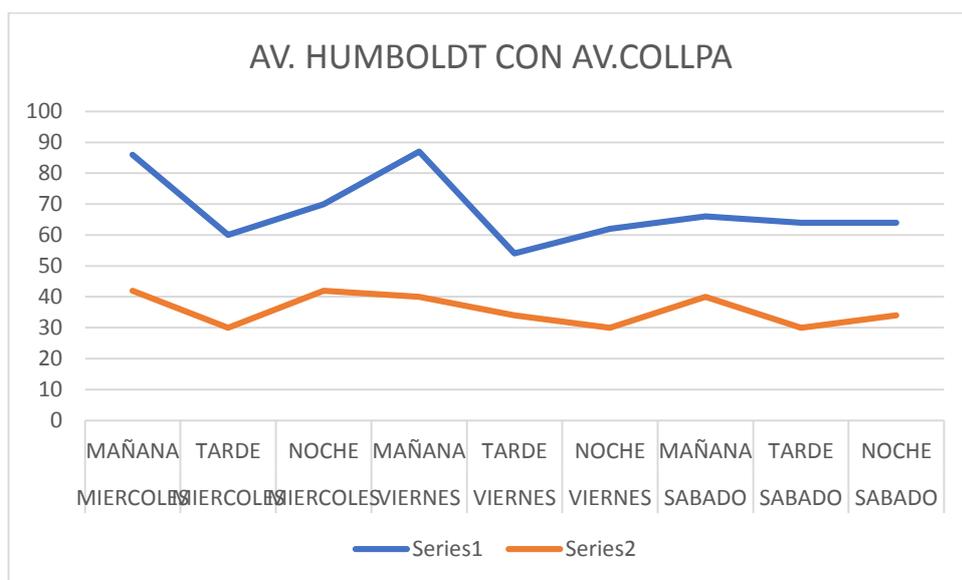


Figura 32: Aforo E2

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20: Estación 3 aforo

AV. HUMBOLDT CON AV. COLLPA			
E-1			
MIERCOLES	MAÑANA	45	21
MIERCOLES	TARDE	30	19
MIERCOLES	NOCHE	32	16
VIERNES	MAÑANA	49	27
VIERNES	TARDE	30	17
VIERNES	NOCHE	27	20
SABADO	MAÑANA	54	27
SABADO	TARDE	39	32
SABADO	NOCHE	32	21
MAXIMO 15 min		54	32
MAXIMO 1 hora		216	128

Fuente: Elaboración propia

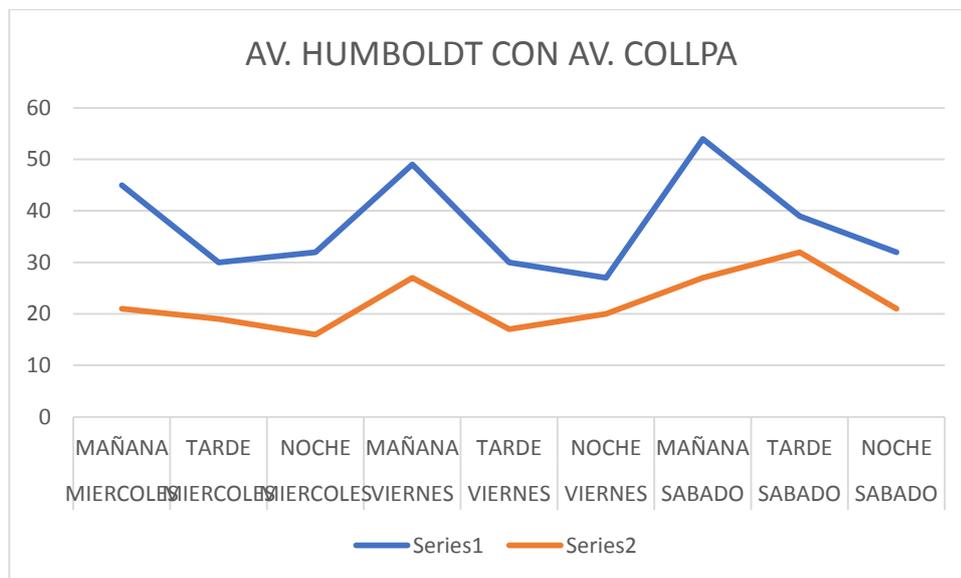


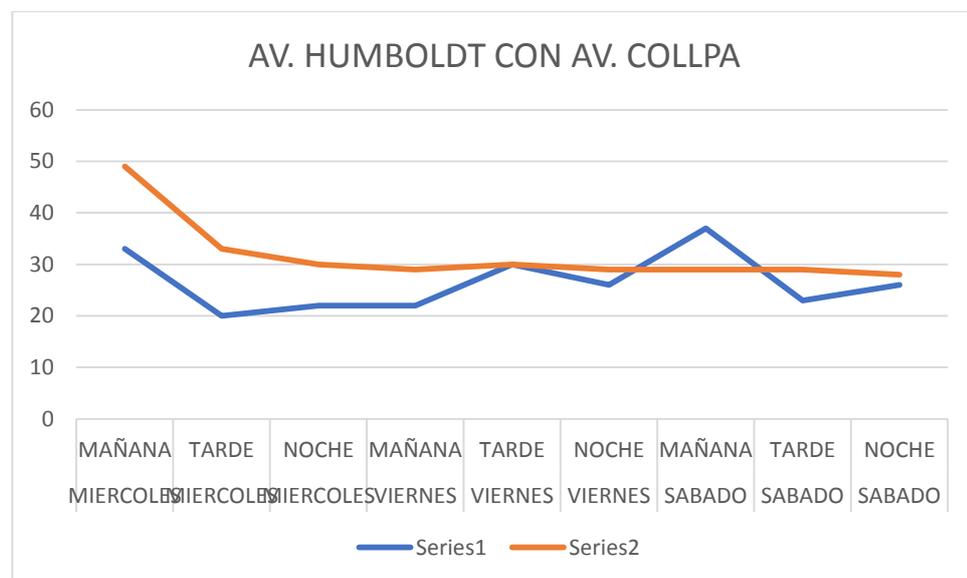
Figura 33: Aforo E3

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21: Estación 4 aforo

AV. HUMBOLDT CON AV. COLLPA			
E-1			
MIERCOLES	MAÑANA	33	49
MIERCOLES	TARDE	20	33
MIERCOLES	NOCHE	22	30
VIERNES	MAÑANA	22	29
VIERNES	TARDE	30	30
VIERNES	NOCHE	26	29
SABADO	MAÑANA	37	29
SABADO	TARDE	23	29
SABADO	NOCHE	26	28
MAXIMO 15 min		37	49
MAXIMO 1 hora		148	196

Fuente: Elaboración propia

**Figura 34:** Aforo E4

Fuente: Elaboración Propia

4.2. RESULTADOS

4.2.1. Resultados según la situación actual

- AV. HUMBOLDT CON AV. VIOLETA



Figura 35: Según la situación actual Av. Humboldt con Av. Violeta

Fuente: Elaboración Propia y Google Map

TIMING SETTINGS	←			←			←			←			←			PED	HOLD
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	EBL	EBT	EBR		
Lanes and Sharing (#RL)	↔			↔			↔			↔			↔				
Traffic Volume (vph)	0	1024	452	0	544	232	0	344	192	0	348	344					
Turn Type																	
Protected Phases		1			1			2			2						
Permitted Phases																	
Detector Phases		1			1			2			2						
Switch Phase		0			0			0			0						
Leading Detector (m)		10.0			10.0			10.0			10.0						
Trailing Detector (m)		0.0			0.0			0.0			0.0						
Minimum Initial (s)		4.0			4.0			4.0			4.0						
Minimum Split (s)		20.0			20.0			20.0			20.0						
Total Split (s)		25.0			25.0			26.0			26.0						
Yellow Time (s)		3.0			3.0			3.0			3.0						
All-Red Time (s)		0.0			0.0			0.0			0.0						
Lost Time Adjust (s)		0.0			0.0			0.0			0.0						
Lagging Phase?		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>						
Allow Lead/Lag Optimize?		<input checked="" type="checkbox"/>															
Recall Mode		Max			Max			Max			Max						
Actuated Effct. Green (s)		22.0			22.0			23.0			23.0						
Actuated g/C Ratio		0.43			0.43			0.45			0.45						
Volume to Capacity Ratio		1.06			0.56			0.73			0.90						
Control Delay (s)		57.6			10.2			18.1			29.7						
Queue Delay (s)		0.0			0.0			0.0			0.0						
Total Delay (s)		57.6			10.2			18.1			29.7						
Level of Service		E			B			B			C						
Approach Delay (s)		57.6			10.2			18.1			29.7						
Approach LOS		E			B			B			C						
Queue Length 50th (m)		~80.2			20.6			35.5			47.1						
Queue Length 95th (m)		#118.0			34.5			#81.5			#112.1						
Stops (vph)		1087			428			380			457						

Figura 36: Datos de ingresados al Synchro 8 y resultados

Fuente: Synchro 8

NODE SETTINGS	
Node #	3
Zone:	
X East (m):	444.2
Y North (m):	-383.8
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	51.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	51.0
Natural Cycle(s):	45.0
Max v/c Ratio:	1.06
Intersection Delay (s):	35.4
Intersection LOS:	D
ICU:	0.98
ICU LOS:	F
Offset (s):	0.0
Referenced to:	Begin of Green
Reference Phase:	2 - NBSB
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>
Yield Point:	Single
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>

Figura 37: Datos de ingresados al Syncro 8 y resumen

Fuente: Synchro 8

El nivel de servicio D, indica que se empieza a visualizar la influencia de congestión vehicular provocado por un ciclo largo y/o una coordinación desfavorable o relaciones v/c altas, o por muchos vehículos que se detienen.

Tabla 22: Cuadro resumen del estado actual en intersección de la Av. Humboldt con Av. Violeta

CUADRO RESUMEN DE LA INTERSECCION				
	E1	E2	E3	E4
DEMORA TOTAL	57.6	18.1	10.2	29.7
RELACION VOLUMEN/CAPACIDAD V/C	1.06			
DEMORA EN LA INTERSECCION	35.4			
NIVEL DE SERVICIO L.O.S.	D			

Fuente: Elaboración Propia

- AV. HUMBOLDT CON CA. AMAPOLAS



Figura 38: Según la situación actual Av. Humboldt con Ca. Amapolas

Fuente: Elaboración Propia y Google Map

TIMING SETTINGS	EBL	EBT	EBR	wBL	wBT	wBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Lanes and Sharing (#RL)	1	↑↓			↑↓			↑↓			↑↓			
Traffic Volume (vph)	0	1488	104	0	888	168	0	88	112	0	176	96		
Turn Type														
Protected Phases		1			1			2			2			
Permitted Phases														
Detector Phases		1			1			2			2			
Switch Phase		0			0			0			0			
Leading Detector (m)		10.0			10.0			10.0			10.0			
Trailing Detector (m)		0.0			0.0			0.0			0.0			
Minimum Initial (s)		4.0			4.0			4.0			4.0			
Minimum Split (s)		20.0			20.0			20.0			20.0			
Total Split (s)		25.0			25.0			25.0			25.0			
Yellow Time (s)		3.0			3.0			3.0			3.0			
All-Red Time (s)		0.0			0.0			0.0			0.0			
Lost Time Adjust (s)		0.0			0.0			0.0			0.0			
Lagging Phase?	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
Allow Lead/Lag Optimize?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
Recall Mode		Max			Max			Max			Max			
Actuated Effct. Green (s)		22.0			22.0			22.0			22.0			
Actuated g/C Ratio		0.44			0.44			0.44			0.44			
Volume to Capacity Ratio		1.04			0.69			0.27			0.34			
Control Delay (s)		50.4			13.1			9.6			8.1			
Queue Delay (s)		0.0			0.0			0.0			0.0			
Total Delay (s)		50.4			13.1			9.6			8.1			
Level of Service		D			B			A			A			
Approach Delay (s)		50.4			13.1			9.6			8.1			
Approach LOS		D			B			A			A			
Queue Length 50th (m)		~81.0			37.1			10.5			11.2			
Queue Length 95th (m)		#126.9			53.4			21.3			24.0			
Stops (vph)		1278			739			113			122			

Figura 39: Datos de ingresados al Synchro 8 y resultados

Fuente: Synchro 8

NODE SETTINGS	
Node #	6
Zone:	
X East (m):	1610.6
Y North (m):	-251.6
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	50.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	50.0
Natural Cycle(s):	55.0
Max v/c Ratio:	1.04
Intersection Delay (s):	31.5
Intersection LOS:	C
ICU:	0.66
ICU LOS:	C
Offset (s):	0.0
Referenced to:	Begin of Green
Reference Phase:	2 - NBSB
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>
Yield Point:	Single
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>

Figura 40: Datos de ingresados al Syncro 8 – Resumen

Fuente: Synchro 8

El nivel de servicio C, es producido por una coordinación regular y ciclos largos, y los ciclos en forma individual comienzan a fallar.

Tabla 23: Cuadro resumen del estado actual de la intersección de la Av. Humboldt con Ca. Amapolas

CUADRO RESUMEN DE LA INTERSECCION				
	E1	E2	E3	E4
DEMORA TOTAL	50.4	9.6	13.1	8.1
RELACION VOLUMEN/CAPACIDAD V/C	1.04			
DEMORA EN LA INTERSECCION	31.5			
NIVEL DE SERVICIO L.O.S.	C			

Fuente: Elaboración Propia

- AV. HUMBOLDT CON AV. COLLPA

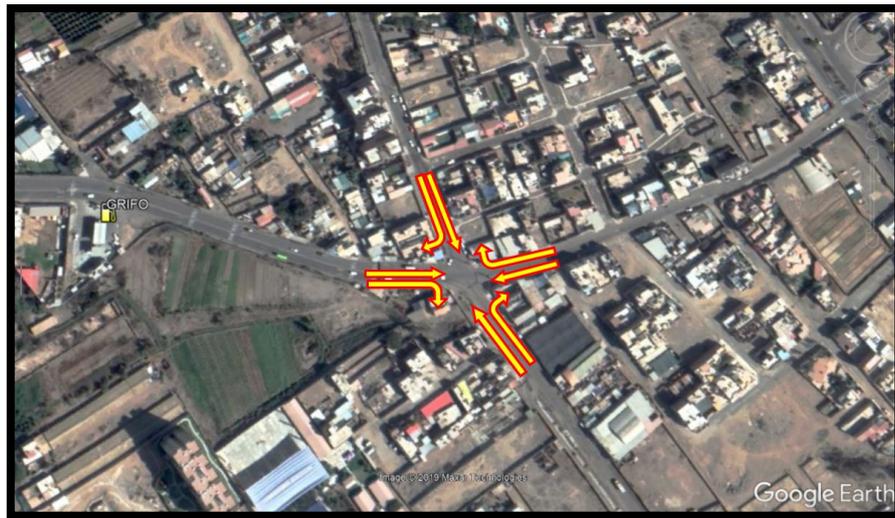


Figura 41: Según la situación actual Av. Humboldt con Av. Collpa

Fuente: Elaboración propia y Google map.

TIMING SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Lanes and Sharing (#RL)		↑↓			↑			↑			↑			
Traffic Volume (vph)	0	1384	296	0	216	128	0	348	168	0	148	196		
Turn Type														
Protected Phases		1			1			2			2			
Permitted Phases														
Detector Phases		1			1			2			2			
Switch Phase		0			0			0			0			
Leading Detector (m)		10.0			10.0			10.0			10.0			
Trailing Detector (m)		0.0			0.0			0.0			0.0			
Minimum Initial (s)		4.0			4.0			4.0			4.0			
Minimum Split (s)		20.0			20.0			20.0			20.0			
Total Split (s)		25.0			25.0			25.0			25.0			
Yellow Time (s)		3.0			3.0			3.0			3.0			
All-Red Time (s)		0.0			0.0			0.0			0.0			
Lost Time Adjust (s)		0.0			0.0			0.0			0.0			
Lagging Phase?		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			
Allow Lead/Lag Optimize?		<input checked="" type="checkbox"/>												
Recall Mode		Max			Max			Max			Max			
Actuated Effct. Green (s)		22.0			22.0			22.0			22.0			
Actuated g/C Ratio		0.44			0.44			0.44			0.44			
Volume to Capacity Ratio		1.09			0.42			0.66			0.41			
Control Delay (s)		63.0			9.3			15.7			6.5			
Queue Delay (s)		0.0			0.0			0.0			0.0			
Total Delay (s)		63.0			9.3			15.7			6.5			
Level of Service		E			A			B			A			
Approach Delay (s)		63.0			9.3			15.7			6.5			
Approach LOS		E			A			B			A			
Queue Length 50th (m)		~103.5			15.5			34.3			9.5			
Queue Length 95th (m)		m#101.3			31.7			62.3			23.5			
Stops (vph)		1478			174			380			115			

Figura 42: Datos de ingresos al Synchro 8 y resultados

Fuente: Synchro 8

NODE SETTINGS	
Node #	9
Zone:	
X East (m):	2550.9
Y North (m):	-402.9
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	50.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	50.0
Natural Cycle(s):	55.0
Max v/c Ratio:	1.09
Intersection Delay (s):	41.4
Intersection LOS:	D
ICU:	0.83
ICU LOS:	E
Offset (s) :	0.0
Referenced to:	Begin of Green
Reference Phase:	2 - NBSB
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>
Yield Point:	Single
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>

Figura 43: Datos de ingresados al Syncro 8 – Resumen

Fuente: Synchro 8

El nivel de servicio D, indica que comienza a percibir la influencia de congestión vehicular que se ocasiona por un ciclo largo o una coordinación no favorable, o relaciones v/c altas, por muchos vehículos que se detienen.

Tabla 24: Cuadro resumen del estado actual de la intersección de la Av. Humboldt con Av. Collpa

CUADRO RESUMEN DE LA INTERSECCION				
	E1	E2	E3	E4
DEMORA TOTAL	63	15.7	9.3	6.5
RELACION VOLUMEN/CAPACIDAD V/C	1.09			
DEMORA EN LA INTERSECCION	41.4			
NIVEL DE SERVICIO L.O.S.	D			

Fuente: Elaboración Propia

PROPUESTA DE MEJORA
RESULTADOS DE OPTIMIZACIÓN DE CARRILES

- **AV. HUMBOLDT CON AV. VIOLETA**



Figura 44: Resultado después de la optimización de carriles

Fuente: elaboración propia

Podemos observar el cambio del nivel de servicio **D** a un nivel de servicio **B**

Tabla 25: Propuesta de optimización de carriles

INTERSECCION AV. HUMBOLDT CON AV. VIOLETA				NIVEL DE SERVICIO
EST./SEMAFORO	ANCHO DE CARRIL	# DE CARRILES	NIVEL DE SERVICIO	
1	3	3	B	B
2	3.5	1	B	
3	3	3	A	
4	3.5	1	C	

Tabla 26: Antes de la optimización

INTERSECCION AV. HUMBOLDT CON AV. VIOLETA				NIVEL DE SERVICIO
EST./SEMAFORO	ANCHO DE CARRIL	# DE CARRILES	NIVEL DE SERVICIO	
1	3.5	2	E	D
2	3.5	1	B	
3	3.5	2	B	
4	3.5	1	C	

- AV. HUMBOLDT CON CA. AMAPOLAS



Figura 45: Resultado después de la optimización de carriles

Fuente: elaboración propia

Podemos observar el cambio del nivel de servicio **C** aun nivel de servicio **B**

Tabla 27: Propuesta de optimización de carriles

INTERSECCION AV. HUMBOLDT CON CA. AMAPOLAS				NIVEL DE SERVICIO
EST./SEMAFORO	ANCHO DE CARRIL	# DE CARRILES	NIVEL DE SERVICIO	
1	3	3	B	
2	3.5	1	A	
3	3	3	A	
4	3.5	1	A	

Tabla 28: Antes de la optimización

INTERSECCION AV. HUMBOLDT CON CA. AMAPOLAS				NIVEL DE SERVICIO
EST./SEMAFORO	ANCHO DE CARRIL	# DE CARRILES	NIVEL DE SERVICIO	
1	3.5	2	C	
2	3.5	1	A	
3	3.5	2	B	
4	3.5	1	A	

- AV. HUMBOLDT CON AV. COLLPA



Figura 46: Resultado después de la optimización de carriles

Fuente: elaboración propia

Podemos observar el cambio del nivel de servicio **D** aun nivel de servicio **B**

Tabla 29: Propuesta de optimización de carriles

INTERSECCION AV. HUMBOLDT CON AV. COLLPA				NIVEL DE SERVICIO
EST./SEMAFORO	ANCHO DE CARRIL	# DE CARRILES	NIVEL DE SERVICIO	
1	3	3	B	B
2	3.5	1	B	
3	3.5	1	A	
4	3.5	1	A	

Tabla 30: Antes de la optimización

INTERSECCION AV. HUMBOLDT CON AV. COLLPA				NIVEL DE SERVICIO
EST./SEMAFORO	ANCHO DE CARRIL	# DE CARRILES	NIVEL DE SERVICIO	
1	3.5	2	E	D
2	3.5	1	B	
3	3.5	1	A	
4	3.5	1	A	

RESULTADOS DE OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE SEMAFORO

- AV. HUMBOLDT CON AV. VIOLETA

AV. HUMBOLDT CON AV. VIOLETA				
CUADRO RESUMEN DE LA INTERSECCION OPTIMIZADO				
	E1	E2	E3	E4
DEMORA TOTAL	41.9	18.1	8.5	38.1
RELACION VOLUMEN/CAPACIDAD V/	1	0.7	0.42	0.94
LARGO DE COLA	122	67.5	26	124.6
NIVEL DE SERVICIO L.O.S.	C			

Figura 47: Optimización de tiempo de semáforo

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31: Tiempo de semáforo

TIEMPO DE SEMAFORO ACTUAL			
EST./SEMAFORO	VERDE(SEG)	AMBAR(SEG)	ROJO(SEG)
1	30	3	25
2	22	3	33
3	22	3	33
4	30	3	25

Fuente: elaboración propia

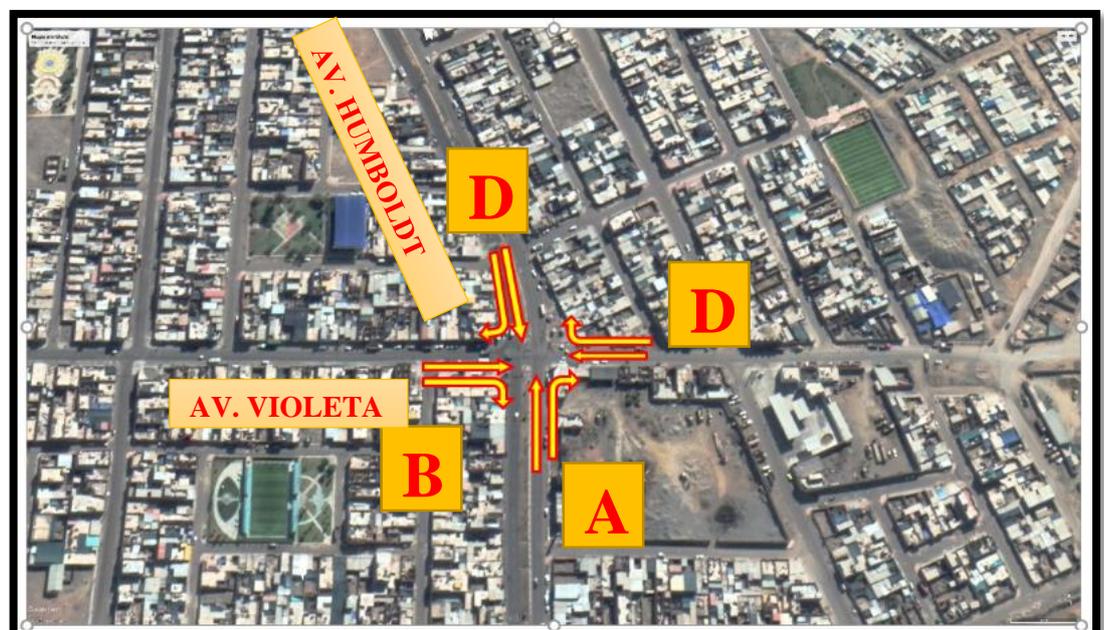


Figura 48: Nuevo nivel de servicio aplicando la optimización de tiempo de semáforo. Fuente: Elaboración Propia y Google Map.

- AV. HUMBOLDT CON CA. AMAPOLAS

AV. HUMBOLDT CON CALLE AMAPOLAS				
CUADRO RESUMEN DE LA INTERSECCION OPTIMIZADO				
	E1	E2	E3	E4
DEMORA TOTAL	12.4	10.9	8.5	9.7
RELACION VOLUMEN/CAPACIDAD V/	0.77	0.28	0.55	0.32
LARGO DE COLA	71.8	19.9	41	21.3
NIVEL DE SERVICIO L.O.S.	B			

Figura 49: Optimización de tiempo de semáforo

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32: Tiempo de semáforo

TIEMPO DE SEMAFORO ACTUAL			
EST./SEMAFORO	VERDE(SEG)	AMBAR(SEG)	ROJO(SEG)
1	35	3	23
2	20	3	37
3	20	3	38
4	35	3	23

Fuente: elaboración propia



Figura 50: Nuevo nivel de servicio aplicando la optimización de tiempo de semáforo

Fuente: Elaboración Propia y Google Map

- AV. HUMBOLDT CON AV. COLLPA

AV. HUMBOLDT CON AV. COLLPA				
CUADRO RESUMEN DE LA INTERSECCION OPTIMIZADO				
	E1	E2	E3	E4
DEMORA TOTAL	18.7	23.5	5.9	10.6
RELACION VOLUMEN/CAPACIDAD V/	0.89	0.75	0.35	0.51
LARGO DE COLA	122.5	75.8	23	32.3
NIVEL DE SERVICIO L.O.S.	B			

Figura 51: Optimización de tiempo de semáforo

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 33: Tiempo de semáforo

TIEMPO DE SEMAFORO ACTUAL			
EST./SEMAFORO	VERDE(SEG)	AMBAR(SEG)	ROJO(SEG)
1	30	3	28
2	25	3	33
3	30	3	28
4	25	3	33

Fuente: Elaboración Propia

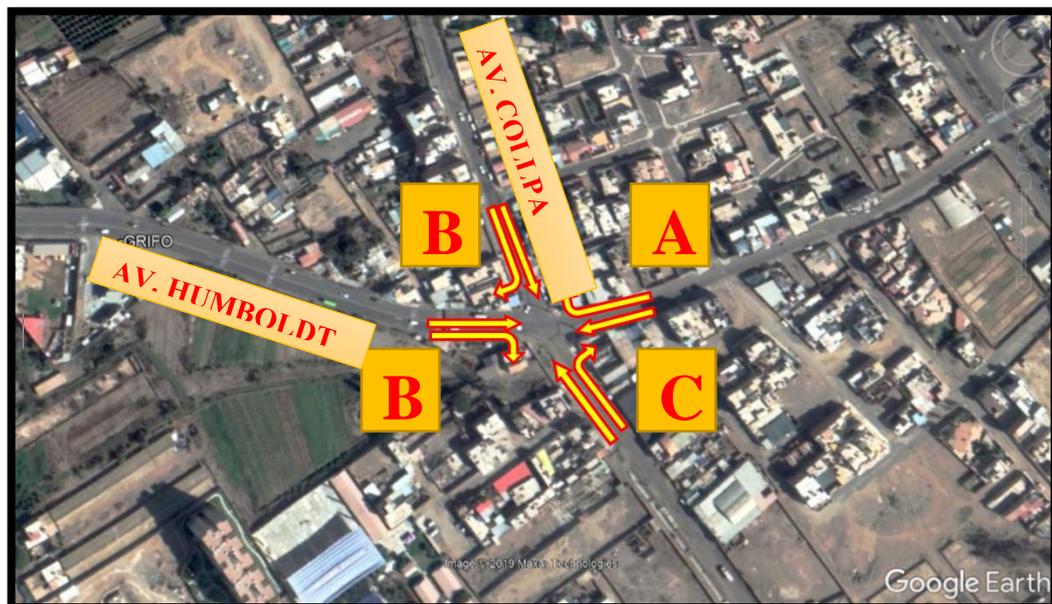


Figura 52: Nuevo nivel de servicio aplicando la optimización de tiempo de semáforo

Elaboración Propia y Google Map.

CAPITULO V: DISCUSIÓN

- Luego de la recolección de información y los estudios realizados, se obtuvo como resultados que el nivel de servicio existente en Av. Humboldt con intersección Av. Violeta el valor: “D” para la intersección con Av. Humboldt con intersección Ca. Amapolas el valor: “C” y para la Av. Humboldt con intersección Av. Collpa el valor: “D”.

- Estos resultados se pueden interpretar que el estudio de flujo vehicular es inestable, los vehículos sobrepasan la capacidad de la vía. Lo cual se aprecia en la tabla 30.

- Efectuada la alternativa de solución el cual consiste en los cambios de fases de semaforización a los 3 puntos de intersección, Av. Humboldt con intersección Av. Violetas, Av. Humboldt con intersección Ca. Amapolas y Av. Humboldt con intersección Av. Collpa mejorando notoriamente el nivel de servicio en todo el tramo, proyectándose los siguientes valores:
 - Av. Humboldt con intersección Av. Violeta el valor: “C”
 - Av. Humboldt con intersección Ca. Amapolas el valor: “B”
 - Av. Humboldt con intersección Av. Collpa el valor: “B”.

-

CONCLUSIONES:

- Se evaluó el flujo vehicular y se determinó el nivel de servicio en Av. Humboldt con intersección Av. Violeta, Av. Humboldt con intersección Ca. Amapolas y Av. Humboldt con intersección Av. Collpa, teniendo como resultado valores poco desfavorables en dos intersecciones, consecuencia de tiempos de demora altos, los mismos que se detallan en las siguientes conclusiones.
- Se determinó el nivel de servicio existente en Av. Humboldt con intersección Av. Violeta el valor: "D" para la intersección con Av. Humboldt con intersección Ca. Amapolas el valor: "C" y para la Av. Humboldt con intersección Av. Collpa el valor: "D".
- Se plantearon las siguientes propuestas de solución en la optimización de carriles a los 3 puntos de intersección, Av. Humboldt con intersección Av. Violetas, Av. Humboldt con intersección Ca. Amapolas y Av. Humboldt con intersección Av. Collpa mejorando notoriamente el nivel de servicio en todo el tramo, proyectándose los siguientes valores:
 - Av. Humboldt con intersección Av. Violeta el valor: "B"
 - Av. Humboldt con intersección Ca. Amapolas el valor: "B"
 - Av. Humboldt con intersección Av. Collpa el valor: "B".
- Se plantearon las siguientes propuestas de solución en los cambios de fases de semaforización a los 3 puntos de intersección, Av. Humboldt con intersección Av. Violetas, Av. Humboldt con intersección Ca. Amapolas y Av. Humboldt con intersección Av. Collpa mejorando notoriamente el nivel de servicio en todo el tramo, proyectándose los siguientes valores:
 - Av. Humboldt con intersección Av. Violeta el valor: "C"
 - Av. Humboldt con intersección Ca. Amapolas el valor: "B"
 - Av. Humboldt con intersección Av. Collpa el valor: "B".

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a las autoridades de cada distrito tener una base de datos de los niveles de servicio de las avenidas y calles críticas. Para poder dar una solución integral al tráfico de Tacna.
- Se recomienda a la municipalidad distrital, de analizar las opciones de aumentar un carril en ambas vías, así optimizar el nivel de servicio.
- Se recomienda a la municipalidad distrital, analizar la opción de hacer un cambio a semáforos inteligentes en la ruta de las intersecciones críticas para que estos se sincronicen entre ellos y logren optimizar la duración del ciclo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcántara Quispe, M. del R. (2018). Análisis del nivel de servicio y capacidad vehicular de la avenida San Martín de Porres, ubicada entre la avenida Atahualpa y la avenida Argentina, aplicando la metodología del HCM 2000. *Repositorio institucional - UNC*. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2001>

Cal y mayor, R., & Cardenas, J. (2018, octubre 9). Ingeniería de Tránsito—Fundamentos y aplicaciones—8a. Edición—Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola—James Cárdenas Grisales. *Ingeniería Civil Free*. <https://www.ingcivilfree.com/ingenieria-de-transito-fundamentos-y-aplicaciones-8a-edicion-rafael-cal-y-mayor-reyes-spindola-james-cardenas-grisales/>

Del Mar, A. (s. f.). *Propuesta para la reducción del congestionamiento vehicular en las avenidas La Marina y Faustino Sánchez Carrión, desde la Av. Antonio José de Sucre hasta la Av. Gregorio Escobedo, mediante el uso del software Synchro 8*. 139.

Doig, J. (2011). Análisis del nivel de servicio peatonal en la ciudad de Lima. *Pontificia Universidad Católica del Perú*. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/504>

Fernández Aguilar, I. R. (2011). Para Gestionar el Tránsito y el Tráfico: Elementos de la Teoría del Tráfico Vehicular (3 ed.). (L. J. Dextre, Ed.) LIMA, LIMA, PERU: Fondo Editorial PUCP.

Instituto de la Construcción y Gerencia - ICG. (2015). XV Congreso nacional de obras de infraestructura vial. Lima-Perú: Carreteras, Puentes e Ingeniería de Transportes.

Instituto de la Construcción y Gerencia - ICG. (2008). Manual de diseño geométrico de vías urbanas (4 ed.). (I. V. Loaiza, Ed.) LIMA, PERU: ICG.

León Robles, I. (2016). INTRODUCCION A LA TOPOGRAFIA EN LA INGENIERIA (1 ed.). (E. U. Granada, Ed.) GRANADA, GRANADA, ESPAÑA.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito. LIMA - PERU: DIRECCION DE CAMINOS Y FERROCARRILES.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2018). Lima-Perú: Dirección general de caminos y ferrocarriles.

-Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2010). Manual de vialidad urbana: recomendaciones para el diseño de elementos de infraestructura vial urbana. Santiago de Chile, Chile: Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

-Ministerio de Vivienda y Construcción y Saneamiento. (2016). manual para la elaboración de planes de desarrollo urbano. (d. n. urbanismo, ed.) Lima, Lima, Perú: vice ministerio de vivienda y urbanismo

Nina Huanca, A. (2017). Optimización del tráfico vehicular en las principales intersecciones del Jr. Mariano Núñez Butrón del centro de la ciudad de Juliaca. *Universidad Peruana Unión*. <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/948>

Ortiz Lanchipa, E. M., & Veliz Cabrera, A. L. (2018). Optimización del flujo vehicular en la intersección vial de la Av. Gustavo Pinto con la Av. Industrial de la ciudad de Tacna— Tacna. *Universidad Privada de Tacna*. <http://localhost:8080/xmlui/handle/UPT/542>

Urbina, C., Torres, J., & Salazar, R. (2019). OPTIMIZACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN VIAL DE LA AV. BOLOGNESI Y LA AV. GUSTAVO PINTO EN LA CIUDAD DE TACNA. *INGENIERÍA INVESTIGA*, 1(1), 65-71.

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

“DETERMINACION DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTA DE MEJORA VIAL EN LA AVENIDA HUMBOLDT, TRAMO ENTRE AVENIDA COLLPA – AVENIDA VIOLETA, DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA – PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA, AÑO 201

Planteamiento de problema	Hipótesis	Objetivo	Variable	Indicador	Método	Estadística
Problema general			Independiente			
¿Cómo se determinará el nivel de servicio y propuesta de mejora vial en la avenida Humboldt, tramo entre Avenida Collpa-Avenida Violeta, del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa de la provincia de Tacna, departamento de Tacna?	La determinación del nivel de servicio es desfavorable para el tránsito vehicular y se propuso el cumplimiento de normas viales en la avenida Humboldt, tramo entre Avenida Collpa-Avenida Violeta, del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa de la provincia de Tacna, departamento de Tacna.	Determinar el nivel de servicio y elaborar una propuesta de mejora vial en la avenida Humboldt, tramo entre avenida Collpa-Avenida Violeta, del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa de la provincia de Tacna, departamento de Tacna.	Nivel de Servicio	<ul style="list-style-type: none"> • Circuito vehicular • Velocidad • Distancia • Flujo vehicular • Aforo • Volumen • Capacidad 	Descriptivo	Descriptivo
Problemas Específicos			Dependiente			
¿Cómo se determinará el nivel de servicio de la vía, en la avenida Humboldt, tramo entre Avenida Collpa-Avenida Violeta, del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa de la provincia de Tacna, departamento de Tacna?	Realizando un aforo vehicular se determina el nivel de servicio de la vía en la avenida Humboldt, tramo entre Avenida Collpa-Avenida Violeta, del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa de la provincia de Tacna, departamento de Tacna.	Determinar el nivel de servicio de la vía, en la avenida Humboldt, tramo entre Avenida Collpa-Avenida Violeta, del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa de la provincia de Tacna, departamento de Tacna.		<ul style="list-style-type: none"> • Planimetría • Tránsito Vehicular • Parque automotor • Señalización vehicular 	Descriptivo	Descriptivo
¿Cómo se propondrá las alternativas de soluciones al problema del tránsito en la avenida Humboldt, tramo entre Avenida Collpa-Avenida Violeta, del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa de la provincia de Tacna, departamento de Tacna?	Reprogramando el sentido de los giros en los accesos de la vía se planteó soluciones alternativas que mejoran el tránsito en la avenida Humboldt, tramo entre Avenida Collpa-Avenida Violeta, del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa de la provincia de Tacna, departamento de Tacna.	Proponer alternativas de soluciones al problema del tránsito en la avenida Humboldt, tramo entre Avenida Collpa-Avenida Violeta, del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa de la provincia de Tacna, departamento de Tacna.	Propuesta de Mejora Vial			

ANEXO 02: PLANO DE UBICACIÓN



ANEXO 03: PANEL FOTOGRAFICO



INTERSECCIÓN: AVENIDA HUMBOLDT Y CALLE VIOLETA



INTERSECCIÓN: AVENIDA HUMBOLDT Y CALLE AMAPOLAS



INTERSECCIÓN: AVENIDA HUMBOLDT Y CALLE COLLPA