

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

“Estudio y propuesta de mejora de la transitabilidad vehicular y peatonal en la Av. Ignacia Schaeffer, del Distrito de Tambogrande – Piura – Piura”.

Línea de Investigación

Transportes

Autor(es)

Castillo Chú, César Gustavo

Olaya Riofrio Yadira de los Milagros

Asesor

Merino Martínez, Marcelo Edmundo

TRUJILLO, PERÚ 2020

Fecha de sustentación: 2020/ diciembre/07

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

“Estudio y propuesta de mejora de la transitabilidad vehicular y peatonal en la Av. Ignacia Schaeffer, del Distrito de Tambogrande – Piura – Piura”

Línea de Investigación

Transportes

Autor(es)

Castillo Chú, César Gustavo

Olaya Riofrio Yadira de los Milagros

Asesor

Merino Martínez, Marcelo Edmundo

TRUJILLO, PERÚ 2020

Fecha de sustentación: 2020/ diciembre/07

DEDICATORIA

A Dios por darme un día más de vida,
por brindarme luz, dirección y fuerza
para seguir superando como profesional
y sobre todo como persona.

A mis padres César y María por brindarme
siempre su apoyo incondicional, motivación
en los obstáculos de la vida y sobretodo
mucho amor.

A mis hermanos Daniel, Macarena y Javier
que, aunque siempre hemos tenido algunas
opiniones diferentes nunca he sentido esa falta
de amor, preocupación y apoyo.

A mis tíos, abuelos, primos y al señor Carlos,
quienes me brindaron ánimos y consejos para
seguir adelante.

A Yadira, por brindarme la fuerza y amor
necesario para llegar hasta aquí, no fue
sencillo pero juntos lo logramos.

Br. Castillo Chú, César Gustavo.

DEDICATORIA

A Dios por haberme mantenido con salud durante estos tiempos difíciles y darme la sabiduría necesaria para cumplir esta meta tan importante.

A mis padres Felix y Joysee por brindarme siempre su apoyo incondicional y enseñarme a nunca rendirme, es un privilegio ser su hija.

A mis abuelitos Ambrosia, Luis, Antoliano y Olga (†); a mis tíos Jertzzy, Giuseppe y mi prima Belén por su motivación y aliento durante mi formación profesional.

A mi prima Maia Daleska, porque a su corta es mi estímulo permanente de superación.

A César, por brindarme la fuerza necesaria para llegar hasta aquí, no fue fácil pero juntos lo logramos.

Br. Olaya Riofrio, Yadira de los Milagros.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a Dios, por darnos el privilegio de mantenernos sanos durante el desarrollo de nuestra tesis y brindarnos la sabiduría necesaria para culminar con éxito esta meta tan importante en nuestro desarrollo profesional.

Agradecemos a nuestros padres y familiares por brindarnos su apoyo, paciencia y las herramientas necesarias para alcanzar nuestros objetivos, este logro es tanto nuestro como suyo.

Agradecemos a nuestro asesor de tesis Ing. Marcelo Edmundo Merino Martínez por sus valiosas enseñanzas, tiempo y dedicación desde el principio hasta la culminación de este proyecto, su orientación fue de suma importancia.

RESUMEN

La población y la cantidad de vehículos crecen año a año, en vista a esto los estudios realizados se van siendo imprecisos para nuevos problemas viales que puedan satisfacer las necesidades de la población y su seguridad. Razón por la que este proyecto de tesis tiene como objetivo principal realizar el estudio de tráfico en la Av. Ignacia Shaeffer que revele las fallas técnicas en el sistema vial y así poder brindar propuestas para el mejoramiento vehicular y peatonal de esta avenida principal y sus intersecciones semaforizadas en la ciudad de Tambogrande.

El presente estudio se realizó según la metodología que proporciona el Manual de Capacidad de Carreteras y propuestas de mejoramiento que nos brinda MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones). En el cual se determinaron datos como, la hora de mayor intensidad vehicular en las horas puntas, los tipos de vehículos que circulan, el ciclo semafórico y las demoras, anchos de las vías, niveles de servicio y capacidad, entre otros.

Como resultados obtuvimos en las intersecciones semafóricas como la Calle Catacaos; la Calle 9 de Noviembre y Frias y la Calle Arambulu Santin demoras de 21.69 segundos, 14.12 segundos y 28.21 segundos respectivamente con niveles de servicio del B al D. Donde sumado a la falta de señalización horizontal y vertical, como falta de paraderos se tiene un bajo nivel de servicio y se pone en peligro tanto a los conductores como a los peatones.

Finalmente se presentan algunos planteamientos o propuestas de mejoras basados en los análisis y resultados obtenidos en la presente tesis.

ABSTRACT

The population and the number of vehicles grow year by year, in view of this the studies carried out are becoming imprecise for new road problems that can satisfy the needs of the population and their safety. Reason why this thesis project's main objective is to diagnose the current situation on Ignacia Shaeffer Ave. that reveals technical failures in the road system and thus be able to provide proposals for the vehicular and pedestrian improvement of this main avenue and its intersections traffic lights in the city of Tambogrande.

This study was carried out according to the methodology provided by the Highway Capacity Manual and improvement proposals provided by MTC (Ministry of Transport and Communications). In which data such as the hour of greatest traffic intensity in rush hours, the types of vehicles that circulate, the traffic light cycle and delays, width of the roads, service levels and capacity, among others.

Were determined As results we obtained at traffic light intersections such as street Catacaos; street 9 de Noviembre y Frias and street Arambulu Santin delays of 21.69 seconds, 14.12 seconds and 28.21 seconds respectively with service levels from B to D. Where, added to the lack of horizontal and vertical signage, as a lack of stops there is a vehicular and pedestrian congestion where it endangers both drivers and pedestrians.

Finally, some proposals or proposals for improvements are presented based on the analysis and results obtained in this thesis.

**“Estudio y propuesta de mejora de la transitabilidad vehicular y peatonal
en la Av. Ignacia Schaeffer, del Distrito de Tambogrande – Piura – Piura”**

Por: Br. Castillo Chú César Gustavo.
Br. Olaya Riofrio Yadira de los Milagros.

Jurado evaluador

Presidente

Ing. Velasquez Díaz Anaximandro
N° CIP: 29040

Secretario

Ing. Burgos Sarmiento Tito
N° CIP: 82596

Vocal

Ing. Chavez Díaz Luis
N° CIP: 144310

Asesor

Ing. Merino Martínez Marcelo Edmundo
N° CIP: 77111

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	24
1.2. Problema de Investigación	25
1.3. Objetivos	25
1.3.1. Objetivo General	25
1.3.2. Objetivos Específicos.....	25
1.4. Justificación del Estudio.....	25
II. MARCO DE REFERENCIA.....	27
2.1. Antecedentes del Estudio	27
2.2. Marco Teórico	29
2.2.1. Método de Aforo	29
2.2.2. Clasificación Vehicular	31
2.2.3. Clasificación de las Vías Urbanas en el Perú	33
2.2.4. Volúmenes	34
2.2.5. Capacidad Vial de una Vía.....	37
2.2.6. Nivel de Servicio de una Vía	38
2.2.7. Capacidad Vial de Intersecciones con Semáforo.....	39
2.2.8. Factores que Condicionan la Capacidad.	40
2.2.9. Niveles de Servicio de una Intersección Semaforizada	42
2.2.10. Determinación del Nivel de Servicio de una Intersección Semaforizada	43
2.2.11. Movimientos en Intersecciones	48
2.2.12. Elección del Grupo de Carriles	49
2.2.13. Determinación de la Demora	50
2.2.14. Optimización de fases.....	52
2.2.15. Señalización Vertical.....	53
2.2.16. Señalización Horizontal:.....	58
2.2.17. Semáforos y Controles.....	62

2.2.18.	Circulación Peatonal:	63
2.3.	Marco Conceptual:	64
2.3.1.	Calzada.....	64
2.3.2.	Carretera.....	64
2.3.3.	Ingeniería de Tránsito.	64
2.3.4.	Peatón.....	64
2.3.5.	Señal de Tránsito.	64
2.3.6.	Tránsito Terrestre.....	64
2.3.7.	Vehículo.....	64
2.3.8.	Vías Terrestres.	64
2.4.	Sistema de Hipótesis	65
2.4.1.	Hipótesis General	65
2.5.	Variables e Indicadores.....	65
2.5.1.	Variable Independiente:	65
2.5.2.	Variable Dependiente:.....	65
2.5.3.	Oparacionalización de Variables.....	65
III.	METODOLOGÍA EMPLEADA	66
3.1.	Tipo y Nivel de Investigación	66
3.2.	Población y Muestra del Estudio.....	66
3.2.1.	Población:	66
3.2.2.	Muestra:	66
3.3.	Diseño de Investigación	67
3.4.	Técnicas e Instrumentos de Investigación	67
3.5.	Procesamiento y Análisis de Datos.....	67
IV.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	68
4.1.	Análisis e Interpretación de Resultados	68
4.1.1.	Ubicación del Proyecto	68

4.1.2.	Intersección Semaforizada: Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos.....	68
4.1.3.	Intersección Semaforizada: Av. Ignacia Schaeffer con Calle Frías, Calle 9 de Noviembre y Calle Tumbes.....	82
4.1.4.	Intersección Semaforizada: Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín.....	98
4.2.	Propuestas de Mejoramiento	112
4.2.1.	Propuestas de Mejoramiento de Fases Semafóricas.....	112
4.2.2.	Modelamiento en el Programa Synchro 8.0 e Infracworks.....	119
4.2.3.	Propuesta de Señalización Vertical y Horizontal.....	134
4.2.4.	Propuesta de Colocación de paraderos al largo de la Av. Ignacia Schaeffer.	143
4.3.	Docimasia de hipótesis	143
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	144
5.1.	Características Geométricas de las Intersecciones	144
5.2.	Características del Tráfico	145
5.3.	Composición del Flujo Vehicular.....	146
5.4.	Nivel de Servicio Vehicular	146
5.5.	Análisis de la transitabilidad peatonal	147
	RECOMENDACIONES	149
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	150
	ANEXOS.....	152

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Niveles de servicio de una intersección	42
Tabla 2 Movimientos y posibles grupos de carriles	50
Tabla 3 Niveles de servicio según la demora.....	51
Tabla 4 Señales a utilizar en el proyecto.....	55
Tabla 5 Señalización horizontal a utilizar en el proyecto.....	60
Tabla 6 Variable independiente.....	65
Tabla 7 Variable dependiente	66
Tabla 8 Aforo Vehicular: Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos.....	69
Tabla 9 Aforo vehicular – Día Miércoles (11:00 a.m. – 11:15 a.m.)	70
Tabla 10 Aforo vehicular – Día Miércoles (11:15 a.m. – 11:30 a.m.)	70
Tabla 11 Aforo vehicular – Día Miércoles (11:30 a.m. – 11:45 a.m.)	71
Tabla 12 Aforo vehicular – Día Miércoles (11:45 a.m. – 12:00 m.)	71
Tabla 13 Ciclo semafórico en la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos.....	74
Tabla 14 Resumen de datos de intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos.....	75
Tabla 15 Factor de giros a la derecha.....	78
Tabla 16 Factor de giros a la izquierda	78
Tabla 17 Capacidad vehicular real de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos	79
Tabla 18 Nivel de servicio de cada acceso	81
Tabla 19 Niveles de servicio según demora.....	81
Tabla 20 Aforo vehicular Av. Ignacia Schaeffer con Calle Frías, Calle 9 de Noviembre y Calle Tumbes.....	83
Tabla 21 Aforo Vehicular – Día Miércoles (11:00 – 11:15 a.m.).....	84
Tabla 22 Aforo Vehicular – Día Miércoles (11:15 – 11:30 a.m.).....	84
Tabla 23 Aforo Vehicular – Día Miércoles (11:30 – 11:45 a.m.).....	84
Tabla 24 Aforo Vehicular – Día Miércoles (11:45 – 12:00).....	85
Tabla 25 Ciclo semafórico en la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes	89
Tabla 26 Resumen de datos de intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes	89
Tabla 27 Factor de giros a la derecha.....	93

Tabla 28 Factor de Giros a la Izquierda	94
Tabla 29 Nivel de Servicio para cada Acceso	97
Tabla 30 Aforo Vehicular Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín .	99
Tabla 31 Aforo vehicular – Día Martes (11:00 a.m. – 11:15 a.m.).....	100
Tabla 32 Aforo vehicular – Día Martes (11:15 a.m. – 11:30 a.m.).....	100
Tabla 33 Aforo vehicular – Día Martes (11:30 a.m. – 11:45 a.m.).....	101
Tabla 34 Aforo vehicular – Día Martes (11:45 a.m. – 12:00 m.).....	101
Tabla 35 Ciclo semafórico en la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín	104
Tabla 36 Resumen de datos de intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín	105
Tabla 37 Factor de giros a la derecha.....	108
Tabla 38 Factor de giros a la izquierda	108
Tabla 39 Capacidad vehicular real de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín	109
Tabla 40 Nivel de servicio de cada acceso	111
Tabla 41 Niveles de servicio según demora.....	111
Tabla 42 Demoras actuales en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos.....	113
Tabla 43 Nuevo ciclo semafórico para la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos	113
Tabla 44 Comparación de demoras actuales y demoras propuestas	114
Tabla 45 Demoras actuales en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes	115
Tabla 46 Nuevo ciclo semafórico para la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes	115
Tabla 47 Comparación de demoras actuales y demoras propuestas	116
Tabla 48 Demoras actuales en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín	117
Tabla 49 Nuevo ciclo semafórico para la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín.....	117
Tabla 50 Comparación de Demoras Actuales y Demoras Propuestas	118
Tabla 51 Características de los accesos a la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos.....	144

Tabla 52 Características de los accesos a la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes.....	144
Tabla 53 Características de los accesos a la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín	145

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1 Funcionamiento Esquemático de una intersección semaforizada..	39
Figura 2 Factor de anchura.....	44
Figura 3 Factor de vehículos pesados	45
Figura 4 Factor de inclinación	45
Figura 5 Factor de estacionamiento.....	46
Figura 6 Factor de zona urbana.....	46
Figura 7 Factor de parada de Autobús	46
Figura 8 Factor de giros a la derecha	47
Figura 9 Factor de giros a la izquierda.....	47
Figura 10 Tipos de giros	48
Figura 11 Grupos de carriles	49
Figura 12 Diagrama de flujo para optimización de fases	52
Figura 13 Valores por defecto para flujo peatonal.	63
Figura 14 Av. Ignacia Schaeffer con calle Catacaos.....	68
Figura 15 Cantidad de Vehículos por Calzada que transitan por la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos día miércoles 11:00 – 12:00.....	79
Figura 16 Av. Ignacia Schaeffer con Calle Frías, Calle 9 de noviembre y Calle Tumbes.....	82
Figura 17 Número de vehículos que transitan día miércoles 11:00 am. – 12:00m. en la Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes	95
Figura 18 Intersección Semaforizada Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín.....	98
Figura 19 Número de vehículos que transitan día martes 11:00 am. – 12:00m. la Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín	109
Figura 20 Inserción de datos y características de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos en el programa Synchro 8.0	119

Figura 21 Inserción de datos de Volumen de Tráfico en Hora Punta en la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos en el programa Synchro 8.0	120
Figura 22 Ciclos semafóricos optimizados en el programa Synchro 8.0 de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos	120
Figura 23 Simulación de Tráfico en 2D de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos con Synchro 8.0	121
Figura 24 Simulación de Tráfico en 2D en la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos en el programa Synchro 8.0	121
Figura 25 Simulación de Tráfico en 3D de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos en el programa Synchro 8.0	122
Figura 26 Modelado de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos en el programa Infracore	122
Figura 27 Modelado de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos en el programa Infracore	123
Figura 28 Inserción de datos y características de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes en el programa Synchro 8.0	124
Figura 29 Inserción de datos de volumen de tráfico en hora punta en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes en el programa Synchro 8.0	125
Figura 30 Ciclos semafóricos optimizados en el programa Synchro 8.0 de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes.	126
Figura 31 Simulación de tráfico en 2D de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes en el programa Synchro 8.0.....	126
Figura 32 Simulación de tráfico en 2D de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes en el programa Synchro 8.0.....	127
Figura 33 Simulación de tráfico en 3D de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes en el programa Synchro 8.0.....	127

Figura 34 Modelado de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes en el programa Infracworks.....	128
Figura 35 Modelado de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes en el programa Infracworks.....	128
Figura 36 Inserción de datos y características de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín en el programa Synchro 8.0.....	129
Figura 37 Inserción de datos de volumen de tráfico en hora punta en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín en el programa Synchro 8.0	130
Figura 38 Ciclos semafóricos optimizados en el programa Synchro 8.0 de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín	131
Figura 39 Simulación de tráfico en 2D de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín en el programa Synchro 8.0.....	131
Figura 40 Simulación de tráfico en 3D de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín en el programa Synchro 8.0.....	132
Figura 41 Modelado de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín en el programa Infracworks	133
Figura 42 Modelado de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín en el programa Infracworks	133
Figura 43 Intersección Av. Ignacia Schaeffer	134
Figura 44 Ejemplo de demarcación de línea de pare y colocación de la señal vertical (R -1)	136
Figura 45 Ejemplo de demarcación de línea de cruce peatonal.	137
Figura 46 Ejemplo de demarcación en intersecciones.....	138
Figura 47 Dimensiones para flecha recta.	139
Figura 48 Dimensiones de combinación de flecha recta y de giro.....	139
Figura 49 Dimensiones para flecha de giro a la derecha y giro a la izquierda	140
Figura 50 Av. Ignacia Schaeffer.....	141
Figura 51 Plantilla para realizar el conteo vehicular.....	152
Figura 52 Conteo vehicular realizado en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín	153
Figura 53 Conteo vehicular realizado en la intersección av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos.....	153

Figura 54 Av. Ignacia Schaeffer sin señalización horizontal ni vertical.....	154
Figura 55 Calle Frías sin señalización horizontal ni vertical.....	154
Figura 56 Calle Tumbes sin señalización horizontal ni vertical.....	155
Figura 57 Congestión vehicular en la Av. Ignacia Schaeffer.....	155

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

El transporte es un factor fundamental para impulsar el crecimiento económico de las ciudades, según el último Censo de Población y Vivienda de 2017 realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, Piura contaba con 1.9 millones de habitantes, lo que es el 6.3% de la población nacional, colocándola como la segunda región con mayor población, siendo Lima la única en superarla.

Tambogrande, el distrito más grande perteneciente al departamento de Piura cuenta con 187 caseríos y según el último Censo de Población y Vivienda de 2017 realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, contaba con 107 495 habitantes.

El índice Nacional del Flujo Vehicular, el cual reporta la circulación de vehículos ligeros y pesados por unidades de peaje, para el mes de junio de 2020 descendió 30.3%, comparado con el mes de junio de 2019; este descenso se debe al Estado de Emergencia decretado por el Gobierno del Perú debido al Covid -19, sin embargo, en el Valle de San Lorenzo, que pertenece al distrito de Tambogrande, se desarrollan las actividades agrícolas más importantes de la Región como son la producción de mango y limón. Durante los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril la actividad industrial se encuentra en su mayor apogeo debido al funcionamiento de las Empresas Agroexportadoras de mango, lo que genera crecimiento vehicular y alta demanda del uso del transporte.

La Av. Ignacia Schaeffer se encuentra ubicada dentro del distrito de Tambogrande, siendo la avenida principal de este distrito, es una de la más transitadas, además ésta avenida conecta a diversos distritos con la ciudad de Piura, lo cual tiene gran impacto en los sistemas viales, agregándole a ello la falta de semaforización y señalización vertical y horizontal, genera un gran problema de congestión vehicular en la zona.

En la avenida Ignacia Schaeffer se logra observar el desequilibrio existente entre la oferta y demanda, referente al transporte, no solo durante los meses de máxima producción agrícola, sino durante todo el año, causando demora en los tiempos de viaje de los usuarios para llegar a sus destinos, contaminación ambiental y sonora, inseguridad de los peatones al momento de transitar y accidentes de tránsito. Todos los factores mencionados hacen que la calidad de servicio que ofrece

esta avenida sea deficiente. La falta de información sobre el estudio del tráfico, el nivel de servicio, capacidad y señalización, así como para las rutas vehiculares y peatonales de la Avenida Ignacia Schaeffer, hacen que su planificación y mantenimiento no sea del todo certera. En consecuencia, empeoran la situación cada día.

1.2. Problema de Investigación

¿En qué medida la propuesta de mejora de la transitabilidad vehicular y peatonal influirá en su nivel de servicio y capacidad vial en la Avenida Ignacia Schaeffer, del distrito de Tambogrande – Piura – Piura?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Realizar el estudio de tráfico para obtener una propuesta de mejora de la transitabilidad vehicular y peatonal en la Av. Ignacia Schaeffer, del distrito de Tambogrande – Piura- Piura.

1.3.2. Objetivos Específicos

1.3.2.1. Realizar un estudio de tráfico para obtener el flujo vehicular en la hora de máxima demanda en la Av. Ignacia Schaeffer, del distrito de Tambogrande – Piura – Piura”

1.3.2.2. Mejorar los ciclos semafóricos actuales para mejorar la fluidez vehicular en las intersecciones semaforizadas de la Av. Ignacia Schaeffer, del distrito de Tambogrande – Piura – Piura”.

1.3.2.3. Analizar el nivel de servicio y capacidad vial actual de la Av. Ignacia Schaeffer del distrito de Tambogrande – Piura – Piura”

1.4. Justificación del Estudio

El tráfico vial es el tránsito de personas y el movimiento de vehículos por calles, carreteras, caminos. Sin embargo, muchas veces este tráfico se ve interrumpido por problemas que se producen en las vías, como la congestión del tráfico, la geometría de la vía, patologías en el pavimento, accidentes, etc. que a su vez conllevan retrasos en los tiempos de viaje y la formación de largas colas que impiden el libre flujo de vehículos. Como puede observarse, estos problemas ocurren en todo el mundo, desde países de primer orden hasta países del tercer mundo.

Hoy en día dentro del rubro de la construcción, las carreteras son de vital importancia para el desarrollo económico y social de un país. Es por eso que debe haber un buen servicio de transitabilidad vehicular y peatonal donde haya seguridad tanto para los conductores y peatones, y más si es una avenida principal. Por ello para tener un buen servicio de transitabilidad es necesario que haya una semaforización y señalización respectivamente.

La justificación de este proyecto es presentar propuestas para el mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal que ofrece en la actualidad la Av. Ignacia Schaeffer en el distrito de Tambogrande realizando un estudio tráfico e implementando la semaforización y señalización horizontal y vertical aplicando la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM), el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para calles y carreteras y Normas de Señalización de Tránsito.

Metodológicamente se justifica porque su implementación se basa en la aplicación del método científico, a través de la metodología del Manual de Capacidad Vial (HCM), el cual tiene conceptos y procedimientos enfocados al cálculo del nivel y capacidad de servicio de diversas estructuras viales. Y su confiabilidad se basa en el hecho de que el Manual de Capacidad Vial se ha utilizado como base para diferentes Manuales de Capacidad y Niveles de Servicio de diferentes países que demuestran su vigencia. Agregar el uso del Manual de Dispositivos de Control de Tráfico Automotriz para calles y carreteras y Normas de Señalización de Tránsito, para un uso adecuado y correcto de los mismos.

Socialmente, se justifica no solo por la necesidad de mejorar el nivel de servicio vehicular y peatonal que ofrece actualmente la Avenida Ignacia Shaeffer de Tambogrande, sino también por la importancia de contar con información actualizada sobre las vías con mayor flujo vehicular, fases de semáforo y un adecuado diagnóstico de señalización, que ayude de manera eficiente a la toma de decisiones de planificación vial, que promuevan un tránsito más ordenado y seguridad para los peatones y conductores.

En consecuencia, esta tesis tiene como objetivo determinar y analizar las variables que intervienen en el tráfico vial, para luego generar una propuesta de

mejora factible para cualquier intersección semaforizada, por ende, cumplirá una la función como guía para otras investigaciones y también como sustento en lo que respecta a la Ingeniería de Tránsito. También la autoridad competente del transporte en la ciudad se puede apoyar de los resultados de esta investigación para dar mejora a problemas relacionados en otras intersecciones de conflicto.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del Estudio

Gavilanes (2013), en su investigación “Diseñar una propuesta de señalización vial horizontal y vertical para el Centro de la Ciudad de Latacunga”, se propuso implementar señalización vertical y horizontal como un diseño integral en el centro de la ciudad de Latacunga con el propósito de racionalizar y modernizar el sistema de control de tráfico, optimizar los espacios destinados para el estacionamiento de los vehículos en las vías públicas y mejorar las condiciones de seguridad vial existentes. La investigación concluyó que existe un deficiente servicio de señalización vertical y horizontal y la importante necesidad de la colocación de nueva señalización que cumpla su objetivo y ayude a reducir la cantidad de accidentes de tránsito. El principal aporte al trabajo de investigación es el enfoque a la problemática vial existente para luego aplicar las propuestas de mejora necesarias mediante señalizaciones de tránsito. (p.21-88).

Méndez (2019), en su investigación “Estudio y propuesta de mejoramiento de transitabilidad vehicular y peatonal de la Avenida Los Incas de la Ciudad de Trujillo – La Libertad” propuso realizar una evaluación del tránsito, así brindar propuestas para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal en las intersecciones semaforizadas de la Avenida Los Incas en la ciudad de Trujillo, para lo cual utilizó la metodología dada en el Manual de Capacidad de Carreteras y se determinaron datos como, la mayor intensidad vehicular y peatonal en las horas punta, los tipos de vehículos que circulan, anchos de las vías, la distribución semafórica, niveles de servicio y capacidad. La investigación obtuvo resultados, los cuales demostraron que existe demoras en los viajes vehiculares entre 1 a 2 minutos para pasar cada intersección semaforizada en la Avenida Los Incas, situación que genera problemas de congestión. Además, la carencia de señalización vertical y horizontal, el excesivo comercio informal que invade y limita la infraestructura vial, hace que la Avenida Los Incas brinde una pésima calidad de servicio para la población. El principal aporte al trabajo

de investigación es aplicar metodologías para determinar la correcta distribución semafórica, y conocer el nivel de servicio en que se encuentra la vía en estudio. (p.12.-175).

Castillo (2019), en su investigación “Evaluación y optimización de la transitabilidad vehicular y peatonal de la intersección avenidas Mansiche y Pablo Casals, Trujillo – La Libertad” Se propuso evaluar y optimizar la transitabilidad vehicular y peatonal de la intersección de la Av. Mansiche y Av. Pablo Casals, siendo determinado mediante un formato dado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. La investigación arrojó un Índice Medio Diario (IMD) que oscila entre 4001 veh/día a 6000 veh/día con una velocidad de diseño de 60 km/h, clasificándola como autopista de segunda clase. El principal aporte al trabajo de investigación es la metodología de optimización de la transitabilidad vehicular y peatonal implementando semáforos inteligentes y señalización vertical y horizontal. (p.5-130).

Henríquez (2019), en su investigación “Propuesta de mejora vial en la intersección de las avenidas Miguel Grau y Gulman en la ciudad de Piura, Piura” se propuso determinar las diferentes variables del tránsito, como son el volumen de tráfico vehicular, tasas de flujo y velocidades, para lo cual desarrolló las metodologías y procedimientos necesarios; en lo que refiere a la Capacidad Vial y Niveles de Servicio han sido analizados mediante una metodología propuesta por el HCM para el caso de intersecciones semaforizadas, además de la problemática referente a geometría vial y tiempos semafóricos. De esta manera, tomando en cuenta las propuestas de mejoramiento que nos brinda MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones) se ha desarrollado la propuesta más óptima y conveniente para la mejora vial de dichas avenidas. La investigación llegó a los siguientes resultados: Durante los días de la semana la variación de volúmenes vehiculares mixtos presenta similar tendencia de comportamiento en un intervalo de 7:00 am a 21:00 pm para cada acceso. Referente al acceso Este, el cual corresponde a la Avenida Miguel Grau, se observa la demanda vehicular más perjudicial debido a que las mototaxis que figuran como la mayor cantidad de vehículos que circulan en todos los accesos, sumándole a esto una diversificación en las dimensiones vehiculares, geometría de los accesos, velocidades de recorridos máximos y la pobre cultura vial, lo que en conjunto generan un régimen de saturación vehicular en toda la zona de estudio. El principal aporte al

trabajo de investigación es la aplicación de la metodología propuesta por el HCM para las intersecciones semaforizadas y resolver el problema referente a tiempos semafóricos y geometría vial. (p.1-83.).

Ríos (2018), en su investigación “Modelación del tránsito y propuesta de solución vial a la Av. Cáceres con Infracworks y Synchro 8”, se propuso realizar un análisis para diagnosticar la situación actual en la Av. Cáceres que revele las fallas técnicas en el sistema vial, para los cual utilizó softwares tránsito como INFRAWORKS y SYNCHRO 8 con metodología HCM 2010 y normativa MTC DG-2018. La investigación tuvo como resultado que debe haber una buena señalización y semaforización en cada una de las intersecciones, obteniendo soluciones eficientes, que perduren en el tiempo y beneficien a la gran parte del país. El principal aporte al trabajo de investigación es el uso de los softwares de tránsito como INFRAWORKS Y SYNCHRO 8 para la simulación en el análisis de tránsito, de esta manera obtener soluciones respecto al tránsito vehicular y peatonal. (p1-149).

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Método de Aforo

Al momento de proyectar o mejorar una vía, para elegir el tipo de calzada, accesos e intersecciones depende en gran medida del volumen de la cantidad de vehículos que circularán en un intervalo de tiempo dado.

Los intervalos son comúnmente un día u hora. Según (Gómez, 2004) clasifica los métodos de aforo de la siguiente manera:

2.2.1.1. Método Manual. Es un método para obtener datos de volúmenes de tráfico empleando personal de campo, llamados aforadores de tráfico.

2.2.1.2. Método Mecánico. Son aquellos donde utilizamos instrumentos para registrar vehículos, sin la necesidad de contratar personal como por medio de detectores hidráulicos o magnéticos o presiones en planchas especiales.

2.2.1.3. Detectores Neumáticos. Es un aparato que consta de un tubo dúctil consolidado a la carpeta asfáltica formando un ángulo recto con correlación al trayecto donde pasan los vehículos. Un extremo del tubo está cerrado y el otro extremo está acoplado a un interruptor que funciona bajo la presión. Cuando las ruedas pasan, expulsan mucho aire, lo que crea presión sobre el interruptor. Esta presión mueve los contactos y activa el registrador.

2.2.1.4. Contacto Eléctrico. Está hecho de una placa de acero envuelta en una capa de goma vulcanizado moldeado, que contiene una correa de acero flexible. Cuando cada eje del automóvil viaja sobre el dispositivo, cierra el circuito. Con este detector, se pueden contar los vehículos en cada carril.

2.2.1.5. Fotoeléctrico. El conteo se realiza cuando el vehículo pase la fuente de luz. Cuando hay dos o más carriles, la detección fotoeléctrica es inconveniente. Debido a la gran desviación de las características geométricas del vehículo. Este es un sistema simple limitado a rutas de volumen.

2.2.1.6. Radar. Compara continuamente la frecuencia de la señal que se transmitió con la señal que se transmite y se recibe. Siempre que se produzca una divergencia de frecuencias será detectado el vehículo. No sufren un deterioro por la actividad vehicular. Los datos obtenidos son fiables y precisos, pero su coste inicial es superior al de muchos otros equipos para aforos.

2.2.1.7. Magnético. Un impulso o señal originado por un automóvil que circula a través de un campo magnético es la base para la detección magnética.

2.2.1.8. Infrarrojo. El sistema de rayos infrarrojos emplea una celda de captación sensible a la radiación de rayos infrarrojos. Los detectores infrarrojos pueden ser activos o pasivos. Los detectores activos detectan mediante una fuente de energía infrarroja, mientras que los detectores pasivos detectan el calor irradiado por el vehículo.

2.2.1.9. Fotografías. Para este sistema, primero se captan diferentes fotografías del tramo en estudio, para después realizar el conteo de vehículos.

2.2.1.10. Método del Automóvil en Movimiento Implica viajar en el vehículo junto con el operador y el observador a lo largo de parte del camino de investigación. A medida que el vehículo se mueve a lo largo del área estudiada, los observadores registrarán los vehículos que viajan en la dirección opuesta y notarán los vehículos que pasan y los vehículos que pasan (p. 61-79).

2.2.2. Clasificación Vehicular

Para clasificar los vehículos, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2003) refiere las siguientes categorías

2.2.2.1. Categoría L. A la categoría L pertenecen los vehículos automotores, los cuales cuentan con menos de 4 ruedas.

2.2.2.1.1. L1. Vehículos con 2 neumáticos de máximo 50 cm³ y velocidad de 50 km/h.

2.2.2.1.2. L2. Vehículos con 3 neumáticos de máximo 50 cm³ y velocidad de 50 km/h.

2.2.2.1.3. L3. Vehículos con 2 neumáticos, de máximo 50 cm³ y velocidad superior a 50 km/h.

2.2.2.1.4. L4. Vehículos con 3 neumáticos asimétricos al eje longitudinal del vehículo, de 50 cm³ o más y con velocidad superior a 50 km/h.

2.2.2.1.5. L5. Vehículos con 3 neumáticos simétricos al eje longitudinal del vehículo, de 50 cm³ o más y con velocidad superior a 50 km/h, además el peso bruto vehicular no debe exceder a 1 tonelada.

2.2.2.2. Categoría M. A la categoría M pertenecen los vehículos automotores, los cuales cuentan de 4 ruedas o más y que han sido diseñados para transportar pasajeros.

2.2.2.2.1. M1 El número de asientos de estos vehículos no excede a 8, excluyendo el asiento del conductor.

2.2.2.2.2. M2 El número de asientos de estos vehículos es superior a 8, excluyendo el asiento del conductor, con un peso bruto del vehículo de máximo 5 toneladas.

2.2.2.2.3. M3 El número de asientos de estos vehículos es superior a 8, excluyendo el asiento del conductor, con un peso bruto del vehículo superior a 5 toneladas.

En las categorías M2 Y M3, según la disposición de los pasajeros, se clasifican de la siguiente manera:

2.2.2.2.4. Clase I. Estos vehículos fueron construidos con áreas destinadas a pasajeros de pie, de tal forma que permita el frecuente desplazamiento de éstos.

2.2.2.2.5. Clase II. Estos vehículos están diseñados para transportar pasajeros sentados, pero también para transportar pasajeros de pie en pasillos.

2.2.2.2.6. Clase III. Estos vehículos fueron construidos con la finalidad única de transportar pasajeros sentados

2.2.2.3. Categoría N. La categoría N incluye los vehículos motorizados de 4 neumáticos o más, diseñados para el transporte de mercancías.

2.2.2.3.1. N1. El peso máximo en carga de estos vehículos es de máximo 3.5 toneladas

2.2.2.3.2. N2. El peso máximo en carga de estos vehículos es superior a 3,5 toneladas y menor o igual a 12 toneladas.

2.2.2.3.3. N3. El peso máximo en carga de estos vehículos es superior a 12 toneladas.

2.2.2.4. Categoría O. A la categoría O pertenecen los remolques (incluyendo los semi remolques).

2.2.2.4.1. O1. Estos vehículos son remolques cuyo peso bruto vehicular no supera las 0,75 toneladas.

2.2.2.4.2. O2. Estos vehículos son remolques cuyo peso bruto vehicular es superior a 0,75 toneladas y menor o igual a 3,5 toneladas.

2.2.2.4.3. O3. Estos vehículos son remolques cuyo peso bruto vehicular es superior a 3,5 toneladas y menor o igual a 10 toneladas.

2.2.2.4.4. O4. Estos vehículos son remolques cuyo peso bruto vehicular es superior a 10 toneladas.

2.2.2.5. Categoría S. A la categoría S pertenecen aquellos vehículos dedicados a realizar una función específica, que necesita de carrocerías y/o equipos especiales, dentro de esta categoría tenemos:

2.2.2.5.1. SA. Dentro de esta sub categoría encontramos las casas rodantes

2.2.2.5.2. SB. Dentro de esta sub categoría encontramos los vehículos blindados para el transportar objetos de valor.

2.2.2.5.3. SC. Dentro de esta sub categoría encontramos las ambulancias

2.2.2.5.4. SD. Dentro de esta sub categoría encontramos los vehículos funerarios.

Los símbolos SA, SB, SC y SD deben usarse con el símbolo de la categoría a la que pertenece, por ejemplo: Convertir un vehículo de la categoría N1 en una ambulancia (p. 54-55).

2.2.3. Clasificación de las Vías Urbanas en el Perú

Una vía urbana se define como áreas públicas, espacios por dónde transitan peatones y diversos medios de transporte en la ciudad o comunidad, tales como vehículos motorizados y/o no motorizados, vehículos ligeros y/o pesados, vehículos públicos y/o privados conformando un medio de comunicación necesario para el desarrollo social urbano.

Según Chávez (2005) existen 4 categorías principales: Vías Expresas, Vías Arteriales, Vías Colectoras y Vías Locales.

2.2.3.1. Vías Expresas. Estas vías definen la relación existente entre el sistema interurbano y el sistema vial urbano, están destinadas para el tránsito de paso (los puntos de inicio y fin están alejados entre sí). Vinculan sectores de gran generación de tráfico, los cuales circulan a una velocidad elevada y mínimas condicionados por la accesibilidad. Son aptas para viajes de larga distancia entre extensas áreas de vivienda y centros industriales, comerciales y el área central.

2.2.3.2. Vías Arteriales. Estas vías posibilitan el tránsito de vehículos con movilidad media o alta, baja accesibilidad y relativa integración con el uso del suelo limítrofe. Estos caminos deberían ayudar a distribuir el tráfico a las vías colectoras y locales. No se permite estacionamiento y descarga de mercancías.

2.2.3.3. Vías Colectoras. Estas Vías están destinadas para dirigir el tráfico de las carreteras locales a las arterias, así como también a las vías expresas cuando es imposible hacerlo utilizando las arterias. Proporcionan servicio para el tránsito de paso, así como también hacia las propiedades vecinas.

Pueden ser carreteras colectoras a nivel distrital o interdistrital, esta clasificación es responsabilidad del Municipio, estas vías han recibido la denominación de Jirón, Vía Parque, e inclusive Avenida.

2.2.3.4. Vías Locales. La función de estos caminos es facilitar la entrada de personas a la propiedad o lote, debiendo transportar solo su tránsito propio originado tanto de ingreso como de salida. Por estas carreteras solo pasan vehículos ligeros, eventualmente semipesados; se permite el estacionamiento de vehículos y el tráfico de personas. Estas vías locales se conectan entre sí con las vías colectoras.

2.2.3.5. Vías de diseño Especial. Aquí encontramos a las vías con características que no competen a la clasificación establecida por el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, entre las cuales se puede mencionar:

2.2.3.5.1. Vías peatonales de acceso a frentes de lote

2.2.3.5.2. Pasajes peatonales

2.2.3.5.3. Malecones

2.2.3.5.4. Paseos

2.2.3.5.5. Vías que forman parte de parques, plazas o plazuelas

2.2.3.5.6. Vías en túnel que no se adecúan a la clasificación principal (pp. 12-15).

2.2.4. Volúmenes

Chávez (2005) define al volumen de tránsito, como la cantidad de vehículos que pasan por un determinado punto o vía transversal determinada de una calzada, en un intervalo de tiempo y es expresado de la siguiente forma:

$$Q = \frac{N}{T} \quad (1)$$

Donde:

Q = Volumen

N = Número total de vehículos o personas

T = Unidad de tiempo

2.2.4.1. Volúmenes de Tránsito Absolutos o Totales

2.2.4.1.1. Tránsito Anual (TA). Se define como la cantidad de vehículos que transitan en un periodo de 1 año, por tanto, $T = 1$ año.

2.2.4.1.2. Tránsito Mensual (TM). Se define como la cantidad de vehículos que transitan en un periodo de 1 mes, por tanto, $T = 1$ año.

2.2.4.1.3. Tránsito Semanal (TS). Se define como la cantidad de vehículos que transitan en un periodo de 1 semana, por tanto, $T = 1$ semana.

2.2.4.1.4. Tránsito Diario (TD). Se define como la cantidad de vehículos que transitan en un periodo de 1 día, por tanto, $T = 1$ día.

2.2.4.1.5. Tránsito Horario (TH). Se define como la cantidad de vehículos que transitan en un periodo de 1 hora, por tanto, $T = 1$ hora.

2.2.4.1.6. Tiempo de Flujo (q). Se define como la cantidad de vehículos que transitan durante un periodo de menos de 1 hora, por tanto, $T < 1$ hora.

En todos los casos, los periodos detallados de 1 año, 1 mes, 1 semana, 1 día, 1 hora y menos de 1 hora, no específicamente deben estar en orden cronológico. Por lo tanto, pueden ser 365 días continuos, 7 días continuos, 24 horas continuos, 60 minutos continuos y periodo en minutos continuos menores a una hora.

2.2.4.2. Volúmenes de Tránsito Promedio Diarios. El volumen de tránsito promedio diario (TPD), está definido como la cantidad total de vehículos que transitan en un intervalo determinado iguales o inferiores a 1 año y mayores a 1 día, el cual se divide entre el número de días del período. Tenemos los siguientes volúmenes de tránsito promedio diarios.

2.2.4.2.1. Tránsito Promedio Diario Anual. Es conocido también Índice Medio Diario Anual (IMDA)

$$TPDA = \frac{TA}{365} \quad (2)$$

2.2.4.2.2. Tránsito Promedio Diario Mensual (TPDM).

$$TPDM = \frac{TM}{30} \quad (3)$$

2.2.4.2.3. Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS).

$$TPDS = \frac{TS}{7} \quad (4)$$

2.2.4.3. Volúmenes de Tránsito Horarios. Según el tiempo seleccionado, están definidos los siguientes volúmenes de tráfico por hora, están establecidos en vehículos por hora:

2.2.4.3.1. Volumen horario máximo anual (VHMA). Se define como el máximo volumen horario que pasa por una calzada o carril en un determinado año. Es la hora con mayor volumen de las 8760 horas del año.

2.2.4.3.2. Volumen horario de máxima demanda (VHMD). Se define como la mayor cantidad de vehículos que transitan por un punto o sección de una calzada o de un carril por 60 minutos consecutivos. Es el que representa el periodo de máxima demanda que puede ocurrir en un día determinado.

2.2.4.3.3. Volumen horario – décimo, vigésimo, trigésimo – anual (10VH, 20 VH, 30VH). Se define como el volumen horario que pasa en un punto o sección de una calzada en un año determinado, superado por 9, 10 y 29 volúmenes horarios respectivamente. También es conocido como el volumen horario de la 10ava, 20ava y 30ava hora de volumen máximo.

2.2.4.3.4. Volumen horario de proyecto (VHP). Se define como la cantidad de tráfico por hora, que se utilizará para definir las características geométricas de la vía.

El pronóstico se basa principalmente en el volumen por hora previsto. No se debe considerar el máximo número de vehículos por hora que transita en un año porque esto requeriría de una gran inversión, sino un volumen horario que se puede dar un máximo número de veces en el año, previa acuerdo al respecto (p. 33-34).

2.2.5. Capacidad Vial de una Vía

Según Cal y Cárdenas (1994) la capacidad de una infraestructura vial es la mayor cantidad de vehículos y peatones que transitan por un carril o calzada durante un intervalo de tiempo, bajo las condiciones en que se encuentre la infraestructura vial, dispositivos de control y del tránsito.

En la mayoría de análisis de capacidad, el intervalo que mayormente se utiliza es 15 minutos ya que es el más corto intervalo en que el flujo vehicular se puede mantener estable.

Existen dos tipos de infraestructura vial: de circulación continua y circulación discontinua; hablamos de circulación continua cuando no existen elementos fijos externos al flujo de tránsito, como por ejemplo los semáforos; hablamos de circulación discontinua cuando estos elementos existen produciendo interrupciones periódicas del flujo de tránsito.

De acuerdo al tipo de infraestructura vial es necesario que se establezca un procedimiento para calcular su capacidad vial, tomando en cuenta las siguientes condiciones prevalecientes:

2.2.5.1. Condiciones de la Infraestructura Vial. Son aquellas características físicas (control de accesos, tipo de circulación, número de carriles, entre otros) geométricas (ancho de carril, velocidad del proyecto y características de alineamientos) y tipo de terreno donde se encuentra la calle o vía.

2.2.5.2. Condiciones del Tránsito. Es la distribución del tránsito en el espacio y tiempo y a los tipos de vehículos, ya sean livianos, autobuses, camiones, entre otros, según la clasificación vehicular.

2.2.5.3. Condiciones de Control. Aquí hace referencia a semáforos y señales de tránsito restrictivas (p. 342-343).

2.2.6. Nivel de Servicio de una Vía

Según Según Cal y Cárdenas (1994) El nivel de servicio se utiliza para determinar la calidad del flujo de vehículos, especificando las condiciones de operación del flujo de vehículos y la percepción de conductores y pasajeros, condición que está determinada por diversos factores como la velocidad, el tiempo de conducción, la comodidad, la movilidad y la seguridad vial.

Entre factores relacionados con el nivel de servicio se encuentran los internos (variación de velocidad, composición de tránsito, volumen, entre otros) y los externos (ancho de carril, distancia libre lateral, pendientes, entre otros).

El Manual de Capacidad de Carreteras (2010) establece 6 niveles de servicio: A, B, C, D, E y F:

2.2.6.1. Nivel de Servicio A. Se refiere a la libertad de movimiento, los motoristas tienen alta libertad para seleccionar la velocidad y realizar maniobras dentro del tránsito, además posee un excelente nivel de comodidad y conveniencia.

2.2.6.2. Nivel de Servicio B. Se refiere a un flujo estable, aunque existen otros vehículos integrantes en la circulación, los motoristas tienen libertad para realizar maniobras y seleccionar la velocidad, pero comparada con el nivel de servicio A, este es más bajo. El nivel de comodidad y conveniencia también es menor que el nivel de servicio A, ya que la presencia de otros influye en la conducta de cada uno.

2.2.6.3. Nivel de Servicio C. Se refiere al flujo aún estable pero los usuarios ya empiezan a verse afectados por interacciones de otros usuarios, la velocidad y la libertad de operación empieza a restringirse. Este nivel aún posee comodidad y conveniencia.

2.2.6.4. Nivel de Servicio D. En este nivel ya se complica la circulación y se generan problemas de funcionamiento debido a que se restringe la velocidad y las maniobras, por ende, el nivel de comodidad y conveniencia es bajo.

2.2.6.5. Nivel de Servicio E. En este nivel el funcionamiento se encuentra en el límite de su capacidad, la velocidad es muy baja y solo se podrán realizar maniobras cuando algún usuario ceda el paso, el nivel de comodidad y maniobra son sumamente bajos.

2.2.6.6. Nivel de Servicio F. Aquí se presentan condiciones de flujo totalmente bajas, este nivel sobrepasa la cantidad del flujo que puede pasar por la vía, formándose colas y se producen ondas de parada y arranque totalmente inestables (p. 343-345).

2.2.7. Capacidad Vial de Intersecciones con Semáforo

Bañón y Bevía (2000) definen que la capacidad vial de intersecciones con semáforo es la tasa de flujo máximo que circula por la intersección bajo las condiciones de la calle, del tránsito y semáforo.

Cuando se habla de condiciones de tránsito, se refiere a los volúmenes dependiendo del tipo de movimiento; ya sea izquierda, directo o derecha, también depende de la composición vehicular, maniobras para estacionar, paraderos para autobuses y conflictos peatonales.

En lo que refiere a condiciones de calle, se refiere a las características geométricas de los accesos, ya sea ancho de carril, pendientes, entre otros.

Para las condiciones de semáforo se refiere a la secuencia de fase, que es el tiempo en que los semáforos se mantienen en verde y el ciclo, lo cual es la sumatoria de todas las fases, incluyendo el tiempo de ámbar.

Usualmente se toma entre cinco o seis segundos de tiempo de despeje y transición, de los que tres segundos corresponden al ámbar y dos o tres a un factor de seguridad en el cual todas las fases se encuentran en rojo, el tiempo total de un ciclo semaforico está expresado de la siguiente manera:

$$C = \sum_{i=1}^n V_i + n * (Y + D) \quad (5)$$

Donde:

n : Número de fases

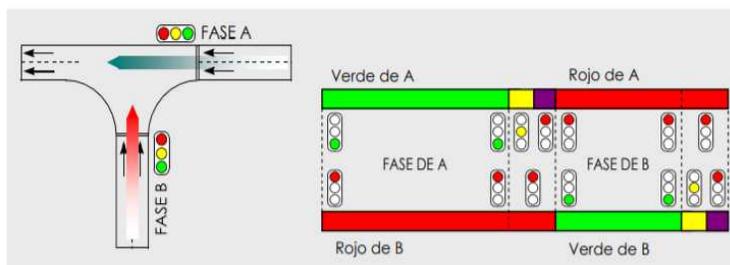
V_i : Fases o verdes que integran el ciclo

Y : Tiempo de ámbar

D : Tiempo de seguridad o despeje

Figura 1

Funcionamiento esquemático de una intersección semaforizada



Adaptado de "Funcionamiento esquemático de una intersección semaforizada" (p.206) por Bañón B. y Bevía G., 2014, Manual de Carreteras.

Se aconseja que los ciclos tengan un intervalo entre cincuenta y 100 segundos, por ninguna razón se debe colocar tiempo en verde de 10 segundos, tampoco tiempos en rojo superiores a 90 segundos, pues este último ocasionaría la desesperación del conductor (p. 206 – 207).

2.2.8. Factores que Condicionan la Capacidad.

Los factores que condicionan la capacidad de una intersección semaforizada son los siguientes según Bañón y Bevíá (2000).

2.2.8.1. Geometría de la Calle. El ancho de la calzada posee gran importancia para evaluar la capacidad de una intersección semaforizada. El ancho del acceso no depende necesariamente del ancho de la calle, sino también de la ubicación de marcas viales, isletas y/o cualquier otro obstáculo.

El número de filas para el tránsito, no está ligado únicamente a la señalización que se halla dado, es muy probable que en hora de alto tráfico los vehículos formen más filas de las que ya están definidas.

La pendiente de la calle también es muy importante ya que puede ser un factor a favor o en contra para el movimiento de vehículos.

Composición del Tráfico. El tránsito de vehículos pesados influye en la capacidad individual de cada acceso, así como también de la intersección, ya que es un vehículo voluminoso y su pase es lento.

Además de los vehículos pesados, los autobuses también poseen gran influencia, ya que son vehículos pesados y realizan frecuentes paradas para la subida y bajada de pasajeros.

2.2.8.2. Estacionamiento. La presencia de vehículos detenidos cerca a la intersección afecta doblemente la capacidad de la intersección, ya que recorta el ancho de la vía y dificulta la circulación de vehículos.

Maniobras de Giro. Al cruzar por una intersección semaforizada, las diferentes trayectorias a seguir en línea recta o realizar los giros hacia la derecha o la izquierda.

Se sabe que cuando los vehículos se disponen a realizar giros en la intersección, esto afecta de forma negativa la capacidad de la misma, más aún cuando se realizan giros a la derecha con presencia de transeúntes, quienes tienen prioridad de paso.

2.2.8.3. Factor de Hora Punta. El momento más grave para la capacidad de la intersección semaforizada es la hora punta, razón por la cual no se debe dejar de lado el FHP (Factor de hora punta), expresado de la siguiente manera:

$$FHP = \frac{IHP}{4 * I_{15}} \quad (6)$$

Donde:

FHP: Factor de hora punta

IHP: índice de hora punta

I: Intensidad de los 15 minutos más cargados

Para zonas urbanas, este factor oscila entre 0.75 y 0.90, y se toma el valor promedio de 0.85.

2.2.8.4. Situación de la Intersección. El tamaño de la ciudad y la localización de la intersección influye en la fluidez del tráfico, para este cálculo, están definidas 4 zonas:

2.2.8.4.1. Centro. Zona dedicada a negocios y actividad mercantil, circulan gran cantidad de peatones y requiere de gran número de estacionamientos ya que los vehículos cargan y descargan mercancías.

2.2.8.4.2. Zona intermedia. Esta zona es contigua a la zona del centro, se combina la actividad de negocios con el suelo residencial de alta densidad. Es considerada una zona de pase ya que muchos vehículos no parten ni tienen como destino esta zona, además el número de peatones es moderado.

2.2.8.4.3. Sub centros o centros periféricos. Presenta características muy parecidas a las del centro, pero se observa que se combina el tránsito de paso con el ya existente.

2.2.8.4.4. Zonas Residenciales. Zona destinada al uso residencial, por ende, tienen baja circulación de peatones y pocas veces se renueva estacionamiento (p. 208 – 210).

2.2.9. Niveles de Servicio de una Intersección Semaforizada

El (Manual de capacidad de Carreteras, 2010, p. 211) define los siguientes niveles: A, B, C, D, E, F al igual que para la circulación continua:

Tabla 1
Niveles de servicio de una intersección

Nivel	Descripción	Imagen
A	<ul style="list-style-type: none">- Demoras reducidas (>5s.)- Circulación sin interrupciones (los vehículos no se detienen).- Gran cantidad de vehículos pasan por esta intersección en verde	
B	<ul style="list-style-type: none">- Demoras ligeras (5s – 15s)- La circulación es muy favorable, aunque los vehículos se detienen esporádicamente.- Los ciclos semafóricos son cortos.	
C	<ul style="list-style-type: none">- Demora considerable (15s -25s)- El ciclo semafórico es más prolongado que el anterior nivel.- En la circulación, un número significativo de vehículos se detienen	
D	<ul style="list-style-type: none">- En este nivel la demora es más notable (25s – 40s)- Muchos vehículos se detienen y los ciclos son más largos que el anterior nivel.	

Nivel	Descripción	Imagen
E	<ul style="list-style-type: none"> - La demora es muy elevada (40s – 60s) - Se genera congestión vehicular. - Circulación muy lenta 	
F	<ul style="list-style-type: none"> - La demora pasa los 60s. - Alta congestión vehicular y ciclos muy prolongados - Pésima calidad del servicio 	

Adaptado de "Niveles de servicio en vías urbanas", (p. 210), 2016, Manual de Capacidad de Carreteras

2.2.10. Determinación del Nivel de Servicio de una Intersección Semaforizada

Bañón y Bevía (2000) afirman que, para determinar el nivel de servicio, se debe evaluar la intensidad y la capacidad:

2.2.10.1. Intensidad. Número de vehículos que pasan por la intersección en un tiempo dado. Sus indicadores son los siguientes:

2.2.10.1.1. Intensidad por Hora Verde

$$I_V = \frac{C}{V} * I = \frac{I}{F_V} \quad (7)$$

2.2.10.1.2. Intensidad por metro de ancho y hora de verde

$$I_{m,v} = \frac{C}{V * A} * I = \frac{I}{A * F_V} \quad (8)$$

2.2.10.2. Capacidad. Es la máxima intensidad que un acceso puede soportar, se estudia la capacidad real de una intersección (C_R) y se hace referencia a la capacidad por hora verde (C_V)

$$C_R = \frac{V}{C} * C_V = F_V * C_V \quad (9)$$

Donde:

F_V : Factor de verde: Proporción de verde respecto al ciclo en una fase

La capacidad ideal para una intersección es 1.900 vehículos ligeros por hora de verde y carril (vl/hv/c), además se modificará por diversos factores (p. 212):

$$C_R = 1.900 * N * F_V * F_A * F_P * F_i * F_e * F_{bb} * F_{gd} * F_{gi} * F_{ar} \quad (10)$$

Donde:

N : Número de carriles del grupo de carriles

F_V : Factor de verde

F_A : Factor de corrección por ancho del carril

F_P : Factor de ajuste por vehículos pesados

F_i : Factor de corrección por pendientes

F_e : Factor de corrección por estacionamientos

F_{bb} : Factor de ajuste por paradas de autobús

F_{gd} : Factor de corrección por giros a la derecha

F_{gi} : Factor de corrección por giros a la izquierda

F_{ar} : Factor de corrección por zona urbana

A continuación, se presentan las siguientes tablas para determinar los diversos factores:

2.2.10.3. Factor de anchura.

Figura 2
Factor de anchura

ANCHURA (f_A)			
$f_A = 1 + \frac{A - 3.60}{9}$ <p>A = Ancho del carril (2,40 ≤ A ≤ 4,80 m)</p>			
Ancho (m)	f_A	Ancho (m)	f_A
2.40	0.867	3.60	1.000
2.70	0.900	3.90	1.033
3.00	0.933	4.20	1.067
3.30	0.967	4.50	1.100

Adaptado de "Factor de anchura" (p.213) por Bañón B. y Bevia G., 2000, Manual de Carreteras.

2.2.10.4. Vehículos pesados.

Figura 3
Factor de vehículos pesados

PESADOS (f_p)			
$f_p = \frac{1}{1 + P_p \cdot (E_c - 1)}$ <p>P_p = % de vehículos pesados ($0 \leq P_p \leq E_c = 2.0$)</p>			
% Pesados	f_p	% Pesados	f_p
0	1.000	25	0.800
2	0.980	30	0.769
4	0.962	35	0.741
6	0.943	40	0.714
8	0.926	45	0.690
10	0.909	50	0.667
15	0.870	75	0.571
20	0.833	100	0.500

Adaptado de "Factor de vehículos pesados" (p.213) por Bañón B. y Bevía G., 2000, Manual de Carreteras.

2.2.10.5. Pendiente.

Figura 4
Factor de inclinación

INCLINACIÓN (f_i)		
$f_i = 1 - \frac{i}{200}$ <p>i = Pendiente en % ($-6 \leq i \leq +10$)</p>		
TIPO	PENDIENTE (%)	f_i
Bajada	-6 ó inferior	1.030
	-4	1.020
	-2	1.010
A nivel	0	1.000
Subida	+2	0.990
	+4	0.980
	+6	0.970
	+8	0.960
	+10 ó sup.	0.950

Adaptado de "Factor de Inclinación" (p.213) por Bañón B. y Bevía G., 2000, Manual de Carreteras.

2.2.10.6. Estacionamiento.

Figura 5

Factor de estacionamiento

ESTACIONAMIENTO (f_e)			
$f_e = 1 - \frac{0.1}{N} - \frac{18 \cdot N_m}{3600 \cdot N} > 0.05$			
$N_m = \text{N}^\circ \text{ de estacionamientos por hora}$ $(0 \leq N_m \leq 180)$			
N_M	Nº de carriles (N)		
	1	2	3
Prohibido	1.000	1.000	1.000
0	0.900	0.950	0.967
10	0.850	0.925	0.950
20	0.800	0.900	0.933
30	0.750	0.875	0.917
40	0.700	0.850	0.900
50	0.650	0.825	0.883
60	0.600	0.800	0.867
70	0.550	0.775	0.850

Adaptado de "Factor de estacionamiento" (p.213) por Bañón B. y Bevia G., 2000, Manual de Carreteras.

2.2.10.7. Zona urbana.

Figura 6

Factor de zona urbana

ZONA URBANA (f_{ar})		
TIPO DE ÁREA	CENTRO URBANO (CBD)	ZONAS PERIFÉRICAS
FACTOR DE ÁREA (f_{ar})	0.90	1.00

Adaptado de "Factor de zona urbana" (p.213) por Bañón B. y Bevia G., 2000, Manual de Carreteras.

2.2.10.8. Paradas de autobús

Figura 7

Factor de parada de Autobús

PARADAS DE AUTOBÚS (f_{bb})						
$f_{bb} = 1 - \frac{14.4 \cdot N_b}{3600 \cdot N} \geq 0.05$						
$N_b = \text{N}^\circ \text{ de autobuses que paran por hora}$ $(0 \leq N_m \leq 250)$						
Nº DE CARRILES (N)	Nº DE AUTOBUSES QUE PARAN POR HORA (N_b)					
	0	10	20	30	40	50
1	1.000	0.960	0.920	0.880	0.840	0.800
2	1.000	0.980	0.960	0.940	0.920	0.900
3	1.000	0.987	0.973	0.960	0.947	0.933

Adaptado de "Factor de Paradas de Autobús" (p.213) por Bañón B. y Bevia G., 2000, Manual de Carreteras.

2.2.10.9. Giros a la derecha:

Figura 8
Factor de giros a la derecha

GIROS A LA DERECHA (f_{gd})						
P_{gd} = Proporción de giros a la derecha $P_{gd,p}$ = Proporción de giros protegidos a la derecha I_p = Intensidad peatonal en conflicto (pt/h)						
CARRIL (EXCL=Exclusivo, COMP=Compartido) FASE (PROT=Protegida, PERM=Permitida, PR+PE=Protegida/Permitida)						
CASO			RANGO DE VARIABLES			FÓRMULA SIMPLIFICADA
Nº	CARRIL	FASE	P_{gd}	$P_{gd,p}$	I_p	
1		PROT.	1.0	1.0	0	0.85
2	EXCL.	PERM.	1.0	0	0-1700	$0.85 - (I_p/2100)$
3		PR+PE	1.0	0-10	0-1700	$0.85 - (I_p/2100) \cdot (1 - P_{gd,p})$
4	COMP.	PROT.	0-1	1.0	0	$1 - 0.15 \cdot P_{gd}$
5		PERM.	0-1	0	0-1700	$1 - P_{gd} \cdot (0.15 + I_p/2100)$
6		PR+PE	0-1	0-10	0-1700	$1 - P_{gd} \cdot \left(0.15 - \frac{I_p \cdot (1 - P_{gd,p})}{2100}\right)$
7	ACCESO DE UN SOLO CARRIL		0-1	-	0-1700	$0.90 - P_{gd} \cdot (0.135 + I_p/2100)$

Adaptado de "Factor de vehículos pesados" (p.213) por Bañón B. y Bevia G., 2000, Manual de Carreteras.

2.2.10.10. Giros a la izquierda:

Figura 9
Factor de giros a la izquierda

GIROS A LA IZQUIERDA (f_{gi})						
P_{gi} = Proporción de giros a la izquierda Q_0 = Intensidad en sentido opuesto (veh/h)						
CASO			FÓRMULA SIMPLIFICADA			
Nº	CARRIL	FASE				
1		PROT.	0.95			
2	EXCL.	PERM.	Procedimiento especial (Ver manual de Capacidad)			
3		PR+PE	Caso 1 a fase protegida	Caso 2 a fase permitida		
4	COMP.	PROT.	$f_{gi} = 1/(1+0.05 \cdot P_{gi})$			
5		PERM.	Procedimiento especial (Ver manual de Capacidad)			
6		PR+PE	$Q_0 < 1.220$	$f_{gi} = \frac{1400 - Q_0}{(1400 - Q_0) + P_{gi} \cdot (235 + 0.435Q_0)}$		
			$Q_0 \geq 1.220$	$f_{gi} = \frac{1}{1 + 4.525 \cdot Q_0}$		
7	ACCESO DE UN SOLO CARRIL		No se contempla			

Adaptado de "Factor de vehículos pesados" (p.213) por Bañón B. y Bevia G., 2000, Manual de Carreteras.

2.2.11. **Movimientos en Intersecciones**

(Bañón y Bevíá, 2000, p.207-208). En una intersección semaforizada, además de la importancia que tiene la asignación del tiempo en verde, también se debe tomar en cuenta la disposición de los tipos de movimiento que se distinguen dentro de una secuencia de fases, en la figura 10 se puede apreciar a detalle los diferentes tipos de movimientos.

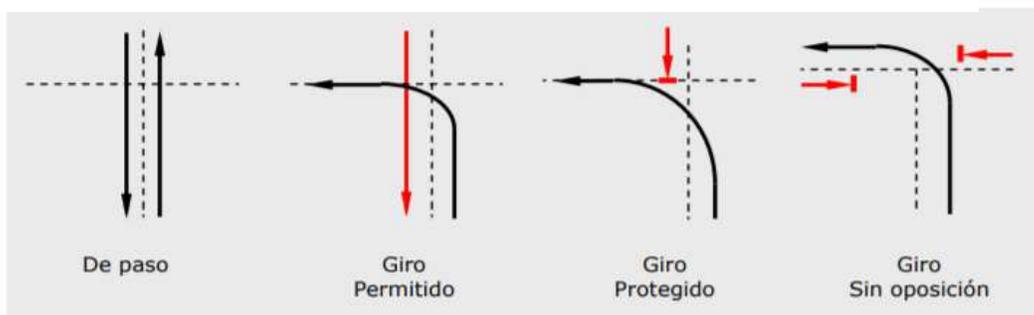
2.2.11.1. De Paso. El vehículo continúa circulando en la misma dirección que iba antes de pasar por la intersección.

2.2.11.2. Giro Permitido. El vehículo debe pasar por un tránsito vehicular o peatonal en sentido contrario, así como, cuando se permite realizar un giro a la izquierda al mismo tiempo que se permite el movimiento del tránsito que va en sentido contrario.

2.2.11.3. Giro Protegido. En este caso el vehículo puede realizar la maniobra sin presentarse obstáculos vehiculares o peatonales ya que tienen una fase exclusiva para ellos.

2.2.11.4. Giro sin Oposición. Este giro no requiere una fase exclusiva, ya que la geometría del cruce no permite que se generen interferencias durante el paso del tránsito.

Figura 10
Tipos de giros



Adaptado de "Factor de movimientos en una intersección" (p.208) por Bañón B. y Bevíá G., 2000, Manual de Carreteras.

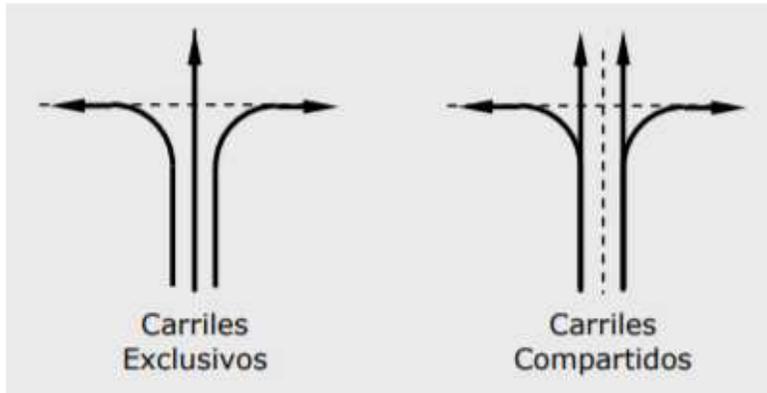
2.2.12. Elección del Grupo de Carriles

(Bañón y Bevíá, 2000, p.215-2016). Resulta necesario agrupar los carriles de forma homogénea para su correcto análisis, para lo cual existen de dos tipos:

2.2.12.1. Exclusivos. Está permitido un solo movimiento, usualmente es giro a la izquierda o derecha.

2.2.12.2. Compartidos. Es posible distintos movimientos.

Figura 11
Grupos de carriles



Adaptado de "Tipos de carriles en una intersección" (p.215) por Bañón B. y Bevíá G., 2000, Manual de Carreteras.

Para dividir los grupos de carriles se tiene en cuenta la geometría del cruce y en el reparto de movimientos, se debe utilizar la menor cifra de grupos para garantizar el buen funcionamiento de la intersección o cruce.

Tabla 2
Movimientos y posibles grupos de carriles

N° de carriles	Movimientos	Posibles grupos
1	GI+R+GD	ACCESO DE UN SOLO CARRIL
2	GI EXC R+GD	
2	GI+R R+GD	
3	GI R R+GD	

Adaptado de "Descomposiciones habituales del grupo de carriles" (p.216) por Bañón B. y Bevia G., 2000, Manual de Carreteras.

2.2.13. Determinación de la Demora

(Bañón, 2000, p.217). La demora de cada grupo de carriles se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$d = 0.38 * C * \frac{(1 - f_v)^2}{(1 - f_v * \frac{I}{c})} + 173 * (\frac{I}{c})^2 * \sqrt{((I/c) - 1)^2 + 16 * (I/c^2)} \quad (11)$$

Donde:

f_v : Factor verde del grupo de carriles

C : Ciclo semafórico (S)

I : Intensidad total del grupo de carriles

c : Capacidad real del grupo de carriles

Después de determinar las demoras para los grupos de carriles correspondientes, se procederá a calcular la demora media ponderada en función a la intensidad:

$$d_{acc} = \frac{\sum_i d_i * I_i}{\sum_i I_i} \quad (12)$$

Ahora se procede a calcular la demora media ponderando las que se obtienen en los diferentes accesos:

$$d_{int} = \frac{\sum_i d_{acc} * I_{acc}}{\sum_i I_{acc}} \quad (13)$$

Una vez obtenidas las demoras, se puede determinar los niveles de servicio:

Tabla 3
Niveles de servicio según la demora

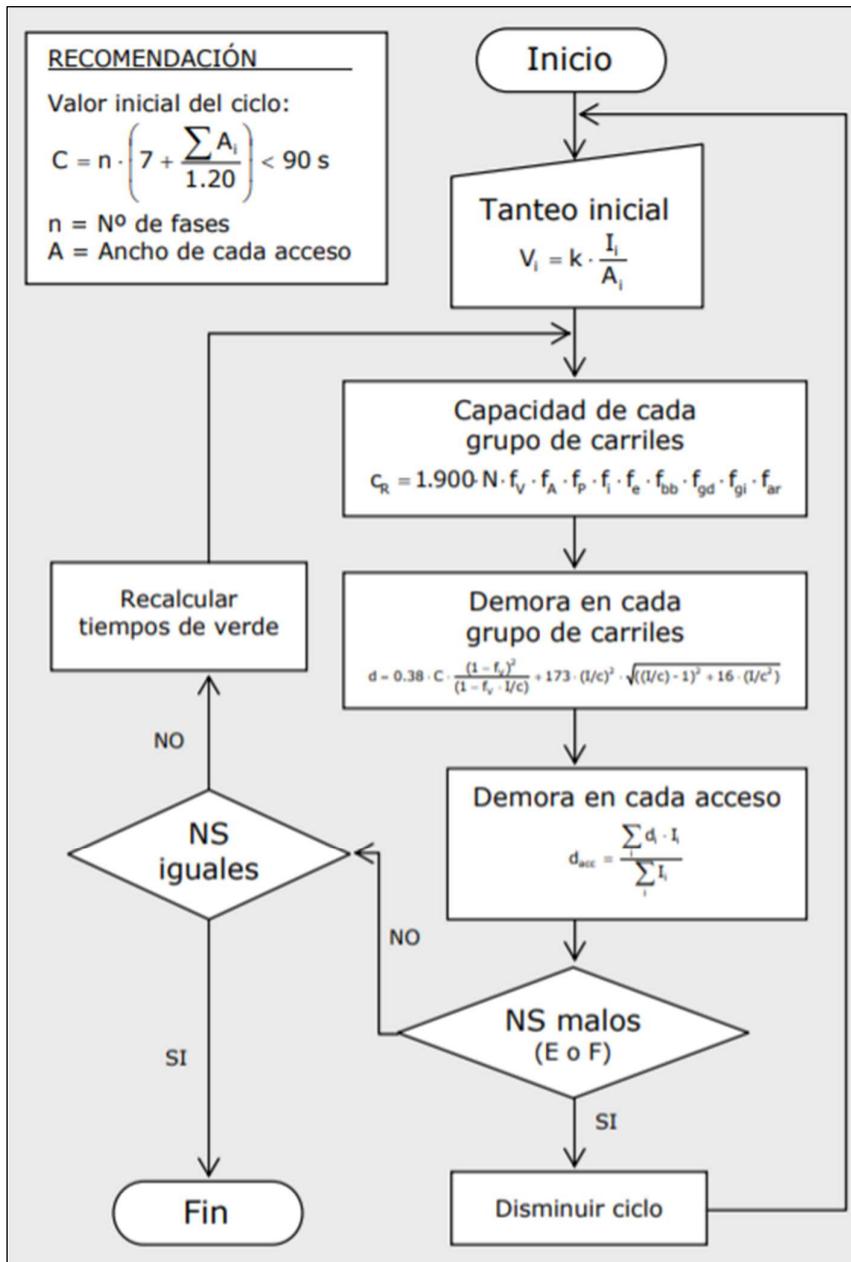
Nivel de servicio	Demora media (s/veh)
A	$d \leq 5$
B	$5 < d \leq 15$
C	$15 < d \leq 25$
D	$25 < d \leq 40$
E	$40 < d \leq 60$
F	$d < 60$

Adaptado de "NS en vías urbanas" (p.217) por Bañón B. y Bevía G., 2000, Manual de Carreteras.

2.2.14. Optimización de fases

Según (Bañón, 2000, p.221) Después de calcular las intensidades y niveles de servicio en cada intersección semaforzada, se debe dar solución al problema, mediante el siguiente procedimiento de cálculo, donde la constante K, es obtenida en función del ciclo semafórico (C):

Figura 12
Diagrama de flujo para optimización de fases



Adaptado de "Diagrama de flujo para el cálculo de intersecciones" (p.222) por Bañón B. y Beví G., 2000, Manual de Carreteras.

2.2.15. Señalización Vertical

(R.M. N 210-2000-MTC/15.02, 3 de mayo, señales verticales, p.6-7) Todas las carreteras serán señalizadas con instrumentos o dispositivos de señalización vertical, éstos existen en diferentes materiales como paneles de resina poliéster, paneles de fierro galvanizado, paneles de aluminio y portes de soporte, entre otros.

2.2.15.1. Función. Como instrumentos de verificación de tráfico se utilizarán de acuerdo con las recomendaciones de las investigaciones o estudios técnicos que se realicen. Se utilizarán para organizar el tráfico y anticipar cualquier peligro que pudiera aparecer en el tráfico vehicular. Asimismo, informar al usuario sobre direcciones, destinos, rutas, centros de recreación, lugares turísticos y culturales, así como las dificultades existentes en las vías.

2.2.15.2. Clasificación. Las señales verticales en una vía se clasifican en.

2.2.15.2.1. Señales Regulatoras o de Reglamentación. Tienen por finalidad comunicar a las personas que circulan por la vía de las limitaciones, restricciones o prohibiciones que rigen el uso de ella y cuya violación constituye una infracción o delito.

2.2.15.2.2. Señales de Información. Tienen por objeto identificar las vías y guiar a las personas que circulan por la vía, proporcionándole la información que pueda necesitar.

2.2.15.2.3. Señales de Prevención. Su función es notificar a las personas en la vía de la existencia de un peligro.

2.2.15.3. Forma. Las señales de normalidad deben asumir la figura circular inscrita en el interior de una placa rectangular en la que también figura la leyenda explicativa del símbolo, a excepción de forma ortogonal «PARE» y la señal "CEDA EL PASO", en forma de triángulo equilátero con el vértice hacia abajo. Las señales de advertencia tendrán forma romboidal, un cuadrado con la diagonal correspondiente en posición vertical, a excepción de las de delimitación de curvas; los de " ZONA DE NO ADELANTAR " que tendrán forma triangular y CHEVRON, cuya forma será rectangular, correspondiendo su mayor dimensión al lado vertical.

Las señales de información tendrán forma rectangular con su mayor dimensión horizontal, excepto las señales auxiliares y los indicadores de ruta.

2.2.15.4. Colores. El color de fondo que se utilizará en las señales verticales será el siguiente:

2.2.15.4.1. Amarillo. Se utilizará como fondo para señales de advertencia.

2.2.15.4.2. Azul. Se utilizará como fondo en la señalización de servicios auxiliares al conductor y en la señalización de información direccional urbana. También se utilizará como fondo para señales turísticas.

2.2.15.4.3. Naranja. Se utilizará como fondo para señales en zonas de construcción y mantenimiento de carreteras y calles.

2.2.15.4.4. Negro. Se utilizará como fondo en las señales informativas de dirección del tráfico al igual que los símbolos y leyendas de las señales reglamentarias, de construcción, prevención y mantenimiento.

2.2.15.4.5. Blanco. Se utilizará como fondo para las señales reglamentarias, al igual que los símbolos o leyendas de las señales de información urbana y rural y en la palabra "PARE". También se utilizará como fondo para señales de información en carreteras secundarias.

2.2.15.4.6. Rojo. Se utilizará como fondo en las señales "PARE", "NO ENTRE", en el borde de la señal "CEDA EL PASO" y para los bordes y diagonales en las señales reglamentarias.

2.2.15.4.7. Marrón. Se puede utilizar como fondo para señales guías de lugares turísticos, interés cultural y centros de recreación.

2.2.15.4.8. Verde. Se utilizará como fondo para las señales informativas en las carreteras y autopistas principales. También se puede utilizar para señales que contengan mensajes de carácter ecológico.

Tabla 4
Señales a utilizar en el proyecto

Nombre	Imagen	Descripción
"Señal de proximidad de una curva horizontal hacia la derecha (P-2A)"		Esta señal advierte que se aproxima una curva horizontal hacia la derecha
"Señal de proximidad de una intersección rotatoria (P-15)"		Esta señal advierte que se está próximo a pasar por un ovalo o rotonda.
"Señal proximidad reductor de velocidad tipo resalto (P-33A)"		Esta señal alerta al Conductor la cercanía de un reductor de velocidad tipo resalto circular o trapezoidal. La señal debe colocarse al menos 60 m antes de la posición del reductor de velocidad.
"Señal proximidad de cruce peatonal (P-48A)"		Esta señal advierte a los conductores que se están acercando a un cruce o un paso de peatones. Debe estar marcado en la acera también.
"Señal cruce peatonal (P-48B)"		Esta señal le indica al conductor la ubicación de un cruce o paso peatonal. Debe estar marcado en la acera también.

Nombre	Imagen	Descripción
<p>“Señal de zona escolar (P-49)”</p>		<p>Esta señal advierte de la presencia de escolares en la vía</p>
<p>“Señal proximidad de semáforo (P-55)”</p>		<p>Esta señal alerta al Conductor sobre la cercanía de una intersección controlada por semáforos. La señal debe colocarse al menos 200 m antes de la intersección indicada por el semáforo.</p>
<p>“Señal zona urbana (P-56)”</p>		<p>Esta señal alerta a los conductores que se están acercando a centros densamente poblados (áreas urbanas). Se colocará al menos a 200 m. Antes de que comience la ciudad.</p>
<p>“Señal paradero de buses (I-6)”</p>		<p>“Esta señal informa al Conductor el lugar autorizado como paradero de «BUSES»”.</p>
<p>“Señal velocidad máxima permitida 40 km/h, 100 km/h (R-30)”</p>		<p>“Esta señal establece la velocidad máxima de operación en kilómetros por hora (km/h) a la que puede circular un vehículo en determinado carril, tramo o sector de una vía. Los límites máximos de velocidad deben ser expresados en múltiplos de 10 km/h”.</p>

Nombre	Imagen	Descripción
<p>“Señal de pare (R-1)”</p>		<p>“Esta señal indica que el conductor debe detenerse por completo”</p>
<p>“Señal de prohibido girar a la izquierda (R-6)”</p>		<p>Esta señal no permite el giro hacia la izquierda.</p>
<p>“Señal de prohibida circulación de vehículos de carga (R-19)”</p>		<p>Esta señal prohíbe la circulación de vehículos de carga en la vía donde está la señal.</p>
<p>“Señal de prohibición de vehículos motorizados de 3 ruedas (R-45)”</p>		<p>Esta señal prohíbe la circulación de mototaxis en la vía donde se encuentra la señal.</p>
<p>“Señal prohibido estacionar (R-27)”</p>		<p>Esta señal prohíbe el estacionamiento de vehículos</p>
<p>“Señal de circulación en ambos sentidos (R-11)”</p>		<p>Esta señal advierte a los conductores que circulan en una vía de una sola dirección que están próximos a una vía en dos sentidos</p>

“Señal de giro solamente a la derecha (R-7)”



Esta señal advierte al conductor que se acerca a una intersección y que solo puede realizar el giro hacia la derecha.

Adaptado de “Señalización vertical en vías” (p. 71 -101) por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras

2.2.16. Señalización Horizontal:

(N°16-2016-MTC/14,31 de mayo, Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para calles y carreteras) Son marcas viales o conjunto de señales conformadas por líneas, símbolos o leyendas en distintos tipos o colores y que se encuentran ubicadas sobre el pavimento de una vía.

2.2.16.1. Materiales. Para esta señalización se utiliza pintura, instrumentos de plástico, entre otros, los cuales deben satisfacer a las cualidades reglamentarias, dadas por “Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales”, Manual de carreteras: “Mantenimiento o Conservación Vial”, que se encuentren presentes.

2.2.16.2. Tolerancias. La señalización horizontal debe ser nítida y visible al ojo humano en su totalidad; en caso que se necesite resaltar una demarcación es posible aumentar su tamaño, pero deberá justificarse con una investigación técnica y los símbolos y leyendas deberán mantener su tamaño.

2.2.16.3. Color. Se emplearán los siguientes colores:

2.2.16.3.1. Blanco. Para separar el flujo de vehículos en una misma dirección, se utilizarán marcas horizontales, elevadas y transversales, espacios de estacionamiento y letras en el borde de la vía.

2.2.16.3.2. Amarillo. Utilizada para resaltar condiciones especiales de la vía, ya sea carriles en sentido opuesto, carriles utilizados exclusivamente para sistemas de transporte masivo, marcas elevadas en donde no se permite estacionar

2.2.16.3.3. Azul. En señales cuya función es informar, ya sea zonas exclusivas para el estacionamiento de personas con movilidad reducida, separar carriles en donde se cobra peaje electrónico, entre otros.

2.2.16.3.4. Rojo. Marcar rampas de emergencia o zonas restringidas.

2.2.16.4. Significado y Ancho:

2.2.16.4.1. Línea doble continua. Indica que no es posible pasar de un carril a otro.

2.2.16.4.2. Línea continua. Restringe que los vehículos atraviesen a otro carril.

2.2.16.4.3. Línea segmentada. Se permite el paso de un carril a otro, siempre y cuando las condiciones lo permitan.

2.2.16.4.4. Línea punteada. Modificación entre líneas continuas y / o líneas de segmentos, es más ancha y más corta que las líneas de segmentos.

2.2.16.4.5. Brecha. Espacio en medio de las líneas punteadas y líneas segmentadas.

2.2.16.4.6. Ancho de línea continua y segmentada. Entre 10 cm. Y 15 cm.

2.2.16.5. Clasificación

Marcas planas en el pavimento:

2.2.16.5.1. “Línea de borde de calzada o superficie de rodadura”

2.2.16.5.2. “Línea de carril”

2.2.16.5.3. “Línea central”

2.2.16.5.4. “Líneas canalizadoras de tránsito”

2.2.16.5.5. “Líneas demarcadoras de entradas y salidas”

2.2.16.5.6. “Líneas de transición por reducción de carriles”

2.2.16.5.7. “Línea de pare”

2.2.16.5.8. “Líneas de cruce peatonal”

2.2.16.5.9. “Demarcación de espacios para estacionamiento”

2.2.16.5.10. “Demarcación de no bloquear cruce en intersecciones”

2.2.16.5.11. “Demarcación para intersecciones tipo Rotonda o Glorieta”

2.2.16.5.12. “Otras demarcaciones”

2.2.16.5.13. “Palabras, símbolos y leyendas”

Marcas elevadas en el pavimento:

2.2.16.5.14. “Delineadores de piso”

2.2.16.5.15. “Tachas retrorreflectivas”

Otros delineadores de piso

2.2.16.5.16. “Delineadores elevados”

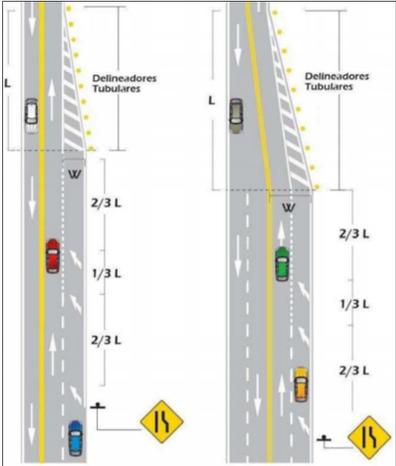
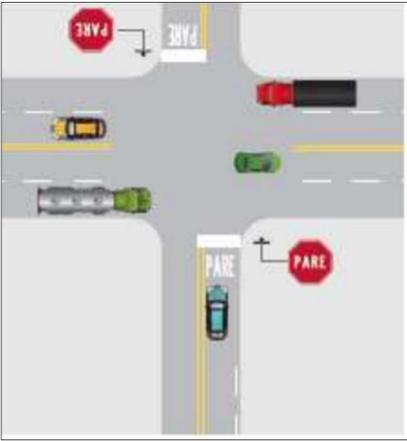
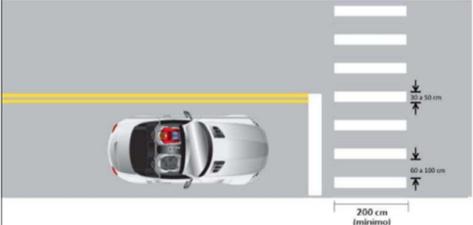
2.2.16.5.17. “Señal de delineador de curva horizontal” (P-61) – CHEVRON”

2.2.16.5.18. “Delineador de placa”

Posteriormente, se muestran diversas señales que serán utilizadas en el proyecto:

Tabla 5
Señalización horizontal a utilizar en el proyecto

Nombre	Imagen	Descripción
“Línea de borde de calzada o superficie de rodadura”		Separación con línea blanca entre carril y berma derecha con un patrón de demarcaciones segmentadas en la vía = p
“Línea de borde de calzada o superficie de rodadura”	<p data-bbox="492 915 1024 947">Separación con línea amarilla entre carril y berma izquierda con un patrón de demarcaciones segmentadas en la vía = p, una separación normal entre tachas = p.</p>	Separación con línea blanca entre carril y berma derecha con un patrón de demarcaciones segmentadas en la vía = p
“Línea de carril segmentada”		La línea de carril blanca, discontinua; presenta tramos continuos o una combinación de ambas
“Línea central”		La línea central es amarilla, discontinua cuando se permite cruzar al otro carril y continua cuando no se permite cruzar al otro carril.
“Líneas combinadas o mixtas”		Se emplea donde exista poca visibilidad.

Nombre	Imagen	Descripción
<p>“Líneas de transición por reducción de carriles”</p>		<p>Se utiliza para alertar al conductor cuando se disminuye el ancho de la calzada</p>
<p>“Línea de pare”</p>		<p>Indica que el conductor debe detener el vehículo</p>
<p>“Líneas de cruce peatonal”</p>		<p>Son líneas paralelas al cruce peatonal, son continuas, de color blanco y de 0.30 m. a 0.50 m. de ancho.</p>

Adaptado de “Señalización horizontal en vías” (p. 258-278) por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras

2.2.17. Semáforos y Controles.

(El Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, 2006, pág. 9). Estas intersecciones mayormente están reguladas por semáforos, los cuales permiten varios movimientos en distintos sentidos, que a su vez se establecen por una variedad de condiciones que afectan al tránsito, como son: La distribución y cantidad del tráfico, su composición del mismo, manejo de semaforización, diseños geométricos, señalización tanto horizontal como vertical, entre otros.

Se define a los semáforos como dispositivos eléctricos a través de los cuales se regula el movimiento de vehículos y peatones mediante luces de color rojo, ámbar o amarillo y verde.

2.2.17.1. Semáforos para el Control de Tránsito de Vehículos. Su función es controlar el tráfico vehicular, actúan como fijos o pre-sincronizados; moderadamente sincronizado por el tráfico vehicular; o completamente sincronizado por el tráfico vehicular.

2.2.17.2. Semáforos para el Control Peatonal. Su función es regular los pasos de peatones, de tal forma que el peatón tenga el tiempo necesario para pasar una calzada por un paso de peatones.

2.2.17.3. Semáforos Especiales. Se utilizarán para señalar obstrucciones existentes en la superficie rodante, como complemento anticipado a la señalización preventiva, para dar aviso sobre el paso de peatones en medio de una cuadra, en aquellos cruces donde se requiera cruzar con precaución o para complementar las señales reglamentarias de "PARE" o "CEDA EL PASE"

2.2.17.4. Color. Las lentes del semáforo para el control del vehículo deben ser rojas, amarillas y verdes. En el momento en que se empleen flechas, estas igualmente serán rojas, amarillas y verdes sobre un fondo negro. Las lentes en las caras de un semáforo deben formar preferiblemente una línea vertical. El rojo debe estar en la parte de arriba, inmediatamente debajo del amarillo y el verde debe ser el último.

La interpretación de los colores del semáforo es la siguiente:

2.2.17.4.1. Verde. Los conductores de los vehículos y el tráfico vehicular que observe este semáforo podrán seguir recto o girar a la derecha o a la izquierda, a menos que alguna señal prohíba tales giros.

Los peatones que se dirigen hacia el semáforo y observan esta luz pueden cruzar la calle a menos que otro semáforo señale lo opuesto.

2.2.17.4.2. Amarillo. Avisa a los conductores de vehículos y al tráfico vehicular en general que la luz roja está a punto de aparecer y que el flujo de tráfico que regula la luz verde debe detenerse.

Alerta a los peatones que no tienen tiempo suficiente para cruzar la vía, excepto cuando hay un semáforo que indica que pueden cruzar.

2.2.17.4.3. Rojo fijo. Los conductores de vehículos y tráfico vehicular deben frenar antes del paso de peatones y, si no hay cruce de peatones, antes de la intersección, y deben permanecer detenidos hasta que vean el verde correspondiente. Ningún peatón enfrente de esta luz debe cruzar la calle, a menos que esté seguro de no interferir con un vehículo o un semáforo de peatones indique su camino.

2.2.18. Circulación Peatonal:

La circulación peatonal está determinada de acuerdo a los siguientes factores:

2.2.18.1. Comodidad. Depende del tipo de material y el buen estado de la vía

2.2.18.2. Conveniencia. Engloba a aquellos elementos que facilitan y encauzan el desplazamiento de los peatones

2.2.18.3. Seguridad vial. La seguridad vial es un aspecto muy importante y se logra separando la circulación vehicular y peatonal, destinando zonas exclusivas para peatones

2.2.18.4. Seguridad pública. Engloba al alumbrado, categoría de la vía, índice de delincuencia, entre otros.

2.2.18.5. Economía. Engloba diversos factores como contra tiempos y demoras, además de la densidad de locales destinados a negocios en el entorno peatonal.

Cuando no se realiza un conteo peatonal, el Manual de capacidad de carreteras establece los siguientes valores por defecto como lo muestra la figura N°23

Figura 13
Valores por defecto para flujo peatonal.

Tipo de Área	Volumen peatonal (p/h)
CBD	400
Otros	50

Adaptado de "Valores por defecto para flujo peatonal", (p. 10-26) por Manual de Capacidad de Carreteras, 2010.

2.3. Marco Conceptual:

2.3.1. Calzada

Según (Chávez, 2005) es la fracción de la componente de la carretera, destinada al transporte exclusivo de vehículos o automóviles. Asimismo, se le conoce como la carpetera de rodadura o pista. (p.19).

2.3.2. Carretera.

Según (Chávez, 2005) son vías urbanas, destinadas al transporte vehicular sean pavimentadas o no, normalmente cuenta con una berma lateral, señalización y control policial. (p.19).

2.3.3. Ingeniería de Tránsito.

Según (Chávez, 2005) es aquel aspecto de la ingeniería de transporte que tiene que ver con el proyecto geométrico, la planeación y el tránsito por las carreteras y calles, terminales, tierras adyacentes y su correlación con otros tipos de transportes. (p.33).

2.3.4. Peatón.

Según (Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2009) es una persona que circula de a pie por la vía pública. (p.3).

2.3.5. Señal de Tránsito.

Según (Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2009) es un símbolo o dispositivo establecido por la autoridad, tiene como fin advertir, regular o encauzar el tránsito. (p.3).

2.3.6. Tránsito Terrestre.

Según (Chávez, 2005) es un compuesto de desplazamiento tanto de vehículos como personas en las vías terrestres que se rigen a las reglas determinadas en la actual ley y sus reglamentos que lo dirigen y lo ordenan. (p.30).

2.3.7. Vehículo.

Según (Chávez, 2005) es un aparato dedicado al transporte de personas o cargas, impulsado por su propio motor o tracción. (p.25).

2.3.8. Vías Terrestres.

Según (Chávez, 2005) es una infraestructura vial que tiene como funcionalidad el transporte de vehículos livianos y pesados, ferrocarriles y personas. (p.30).

2.4. Sistema de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

La propuesta de mejora de la transitabilidad vehicular y peatonal permitirá optimizar la capacidad vial y nivel de servicio de la Av. Ignacia Schaeffer del distrito de Tambogrande – Piura – Piura

2.5. Variables e Indicadores

2.5.1. Variable Independiente:

X: Estudio de tráfico

2.5.2. Variable Dependiente:

Y: Propuesta de mejora de transitabilidad vehicular y peatonal

2.5.3. Oparacionalización de Variables

Tabla 6
Variable independiente

Variable independiente: Estudio de tráfico			
Definición conceptual	Dimensión	Definición operacional	indicadores
Se define como el conteo vehicular y análisis de nivel de servicio y capacidad vial cuyo propósito es regular el tránsito actual.	Volumen vehicular	El volumen vehicular se determina mediante aforos, mientras que los niveles de servicio se miden cualitativamente describiendo las condiciones de operación del flujo vehicular y de su percepción por los pasajeros y motoristas	- Volúmenes de tránsito absolutos
	Niveles de servicio		- Volúmenes de tránsito promedio diarios
	Capacidad vial		- Volúmenes de tránsito horarios
			- Velocidad y tiempo recorrido
			- Libertad de maniobras
			- La comodidad
			- La conveniencia
			- La seguridad vial
			- Condiciones del tránsito
			- Condiciones de control
			- Condiciones de la infraestructura vial

(Castillo y Olaya, 2020) Variable Independiente.

Tabla 7
Variable dependiente

Variable dependiente: Propuesta de mejora de transitabilidad vehicular y peatonal			
Definición conceptual	Dimensión	Definición operacional	Indicadores
Modificar las características actuales de la vía	Señalización horizontal	Observación y percepción para la ubicación de los diferentes dispositivos de control del tránsito	- Marcas planas en el pavimento
	Señalización vertical		- Marcas elevadas en el pavimento
	Semáforos		- Señales reguladoras - Señales de prevención - Señales de información
			- Duración de ciclos semafóricos

(Castillo y Olaya, 2020) Variable dependiente.

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y Nivel de Investigación

Descriptivo

3.2. Población y Muestra del Estudio

3.2.1. Población:

La población de la presente investigación está constituida por la Av. Ignacia Schaeffer, del distrito de Tambogrande – Piura – Piura.

3.2.2. Muestra:

Esta investigación tiene como muestra a los vehículos y peatones que transitan por las siguientes intersecciones semaforizadas de la Av. Ignacia Schaeffer, del distrito de Tambogrande – Piura- Piura:

3.2.2.1. La Av. Ignacia Schaeffer con la calle Catacaos.

3.2.2.2. La Av. Ignacia Schaeffer con la calle Frias.

3.2.2.3. La Av. Ignacia Schaeffer con la calle Arambulu Santin.

3.3. Diseño de Investigación

El diseño de la investigación es descriptivo, ya que se basó en la recolección de datos de la avenida Ignacia Schaeffer, del Distrito de Tambogrande – Piura – Piura para luego procesar esos datos y dar las correspondientes propuestas. También es del tipo analítico por que estudia las carencias o fallas y establece propuestas de solución y del tipo no experimental ya que no lo vamos implementar ninguna señalización o semaforización.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Investigación

La recolección de datos ya que realizaremos un conteo manual donde realizaremos un estudio de tráfico y así proponer soluciones.

La técnica de observación para el cálculo del aforo vehicular y peatonal y en que parte o tiempo existe mayor tránsito de peatones y/o una mayor congestión vehicular.

Método científico que se basa en la observación sistemática, formulación y análisis que nos ayudarán a conocer las necesidades y alternativas o propuestas de solución.

3.5. Procesamiento y Análisis de Datos

Para el cálculo de volumen vehicular se realizó mediante el conteo manual, clasificando los vehículos por categoría, lo cual permitió identificar en que día y hora existía una mayor demanda vehicular en las intersecciones de la avenida para en seguida evaluar el nivel de aforo y servicio vehicular, estos datos fueron organizados y procesados usando el programa Excel en tablas separando los datos obtenidos en cada intersección de la avenida.

La evaluación y el cálculo del volumen y nivel de servicio vehicular y peatonal se realizaron en gabinete con la ayuda de hojas de cálculo Excel, utilizando el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial y otras normas.

Para la propuesta de mejoramiento a la problemática de la semaforización y señalización utilizamos metodologías adecuadas, basándonos en las normas, reglamentos y manuales nacionales de tránsito y control de tránsito.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis e Interpretación de Resultados

4.1.1. Ubicación del Proyecto

Este proyecto fue desarrollado en el distrito de Tambogrande, Provincia y departamento de Piura

4.1.2. Intersección Semaforizada: Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos

Figura 14

Av. Ignacia Schaeffer con calle Catacaos



4.1.2.1. Aforo Vehicular. Para el aforo vehicular de la intersección de la Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos se utilizó el método manual, con conteos de 12 horas (7:00 a.m.–7:00 p.m.) durante 6 días de la semana (lunes a sábado), se obtuvieron los siguientes datos como lo indica la tabla N°8

Tabla 8

Aforo Vehicular: Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos desde lunes 07 de setiembre a sábado 12 de setiembre de 2020

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
07:00 - 8:00	450	390	476	338	428	559	2641
08:00 - 9:00	640	749	592	653	544	637	3815
09:00 - 10:00	871	751	800	830	821	690	4763
10:00 - 11:00	779	857	717	749	726	950	4778
11:00 - 12:00	750	707	996	792	902	993	5140
12:00 - 13:00	734	679	971	589	817	616	4406
13:00 - 14:00	598	698	573	612	491	562	3534
14:00 - 15:00	740	643	694	646	645	706	4074
15:00 - 16:00	856	912	847	793	763	715	4886
16:00 - 17:00	796	974	684	850	905	826	5035
17:00 - 18:00	696	662	717	752	812	779	4418
18:00 - 19:00	592	527	652	461	570	595	3397
TOTAL	7910	8022	8067	7604	7854	8033	47490
%	16.66	16.89	16.99	16.01	16.54	16.92	100

(Castillo y Olaya, 2020) Aforo Vehicular: Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos

El día donde se observa mayor demanda vehicular es el día miércoles, y la hora en la que circulan mayor número de vehículos es entre 11:00 a.m. -12:00 m.

4.1.2.2. Cálculo de Factor de Hora Punta. Para determinar el factor de hora punta se tomaron datos cada 15 minutos en el día y hora de mayor demanda vehicular (miércoles 11:00 a.m. -12:00 m.) como lo muestran a continuación las tablas N°9, N°10, N°11 y N°12.

Tabla 9

Aforo vehicular – Día Miércoles (11:00 a.m. – 11:15 a.m.)

11:00 - 11:15	Av. Ignacia Schaeffer				Calle Catacaos				Total	Porcentaje
Giros	↑	↗	↓	↖	→	↘	←	↙		
Moto lineal	8	2	6	1	0	0	5	4	26	11.50
Moto taxi	35	17	48	10	15	13	15	13	166	73.45
Automóvil	2	1	2	0	1	0	1	0	7	3.10
Station wagon	1	0	2	0	0	0	1	1	5	2.21
Camioneta pick up	3	0	3	0	1	1	1	1	10	4.42
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	1	0	2	0	0	0	0	0	3	1.33
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Omnibus 2E	3	0	3	0	0	0	0	0	6	2.65
Omnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	1	0	2	0	0	0	0	0	3	1.33
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3t2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Total	54	20	68	11	17	14	23	19	226	100

(Castillo y Olaya, 2020) Aforo Vehicular – Día Miércoles (11:00 a.m. – 11:15 a.m.)

Tabla 10

Aforo vehicular – Día Miércoles (11:15 a.m. – 11:30 a.m.)

11:15 - 11:30	Av. Ignacia Schaeffer				Calle Catacaos				Total	Porcentaje
Giros	↑	↗	↓	↖	→	↘	←	↙		
Moto lineal	5	1	4	1	2	1	3	3	20	8.58
Moto taxi	28	33	58	11	14	11	16	13	184	78.97
Automóvil	1	0	2	0	0	0	1	1	5	2.15
Station wagon	2	0	1	1	1	1	1	1	8	3.43
Camioneta pick up	0	0	3	1	0	0	2	2	8	3.43
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	3	0	0	0	0	0	0	0	3	1.29
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Omnibus 2E	2	0	1	0	0	0	0	0	3	1.29
Omnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0.86
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3t2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Total	42	34	70	14	17	13	23	20	233	100

(Castillo y Olaya, 2020) Aforo Vehicular – Día Miércoles (11:15 a.m. – 11:30 a.m.)

Tabla 11

Aforo vehicular – Día Miércoles (11:30 a.m. – 11:45 a.m.)

11:30 - 11:45	Av. Ignacia Schaeffer				Calle Catacaos				Total	Porcentaje
Giros	↑	↗	↓	↖	→	↘	←	↙		
Moto lineal	8	2	3	2	0	0	5	1	21	8.20
Moto taxi	36	16	47	14	20	16	32	19	200	78.13
Automóvil	3	0	2	0	0	0	1	1	7	2.73
Station wagon	2	0	1	0	1	1	1	1	7	2.73
Camioneta pick up	4	3	0	0	2	2	1	1	13	5.08
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0.78
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Omnibus 2E	1	0	1	0	1	0	0	0	3	1.17
Omnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.39
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers >= 3S3	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0.78
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3t2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Total	54	21	59	16	24	19	40	23	256	120.75

(Castillo y Olaya, 2020) Aforo Vehicular – Día Miércoles (11:30 a.m. – 11:45 a.m.)

Tabla 12

Aforo vehicular – Día Miércoles (11:45 a.m. – 12:00 m.)

11:45 - 12:00	Av. Ignacia Schaeffer				Calle Catacaos				Total	Porcentaje
Giros	↑	↗	↓	↖	→	↘	←	↙		
Moto lineal	8	1	3	2	3	2	4	3	26	9.25
Moto taxi	38	10	32	13	26	23	25	22	189	67.26
Automóvil	4	0	6	0	2	0	3	2	17	6.05
Station wagon	2	1	5	1	2	0	2	1	14	4.98
Camioneta pick up	6	0	2	1	3	2	2	0	16	5.69
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	2	0	2	0	0	0	0	0	4	1.42
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Omnibus 2E	2	0	2	1	0	0	0	1	6	2.14
Omnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	5	0	1	0	0	0	0	0	6	2.14
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers >= 3S3	1	0	1	0	0	0	0	0	3	1.07
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3t2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Total	68	12	54	18	36	27	36	29	281	100.00

(Castillo y Olaya, 2020) Aforo Vehicular – Día Miércoles (11:45 a.m. – 12:00 m.)

Como se logra observar el momento más crítico en la mencionada intersección es entre 11:45 a.m. – 12:00 m., para calcular el factor de hora de máxima demanda, se aplicó la siguiente fórmula:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(qmax.15)} \quad (14)$$

Donde:

FHMD: Factor de hora de máxima demanda

VHMD: Volumen horario de máxima demanda

N : Número de periodos en la hora de máxima demanda

Reemplazando:

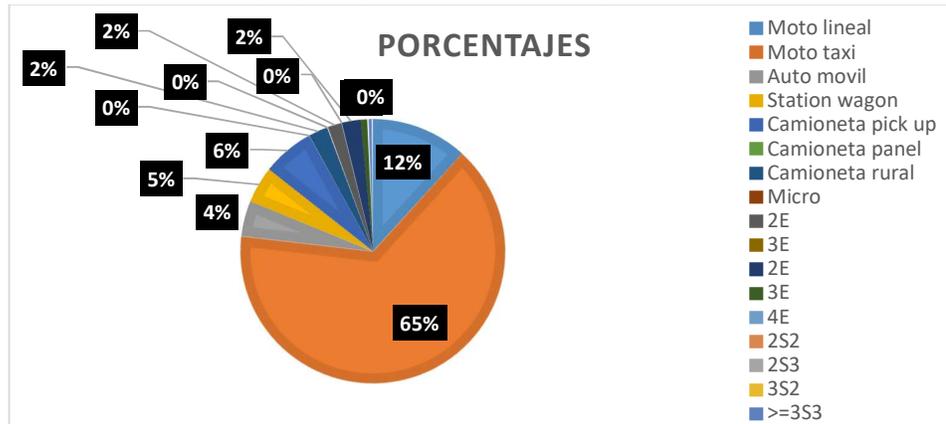
$$FHMD = \frac{996}{4(281)} = 0.89 \quad (15)$$

El factor de hora de máxima demanda en la intersección Calle Catacaos y Av. Ignacia Schaeffer es 0.89

4.1.2.3. Tipos de vehículos que transitan por la Intersección: Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos. Como se observa, la mayor cantidad de vehículos que transitan por la intersección semaforizada Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos son la Mototaxis.

Gráfico 1

Porcentaje de vehículos que pasan por la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos



(Castillo y Olaya, 2020) Porcentaje de vehículos que pasan por la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos

4.1.2.4. Evaluación del Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos. Para evaluar el nivel de servicio y capacidad vehicular de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos se empleó el Manual de Capacidad de Carreteras, para lo cual fue necesario obtener los siguientes datos.

4.1.2.4.1. Ancho de Calzadas.

Av. Ignacia Schaeffer antes de calle Catacaos (2 calzadas, cada una de dos carriles): 3.00 m. cada carril

Av. Ignacia Schaeffer después de calle Catacaos (3 calzadas, cada una de dos carriles): 3.00 m. carriles exteriores y 3.70 m. carril central

Calle Catacaos (1 calzada con dos carriles): 3.00 cada carril

4.1.2.4.2. Porcentaje de Vehículos Pesados. Según los datos obtenidos en el aforo vehicular de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos, el porcentaje de vehículos pesados es 5.64%

4.1.2.4.3. Pendiente de las Vías. Según la Municipalidad Distrital de Tambogrande, El área de estudio se encuentra enmarcada dentro del casco urbano de la ciudad de Tambogrande, siendo una de las calles más transitadas, su relieve es inclinado, debido a la geomorfología existente, y a la presencia de las quebradas, presentando pendientes que superan el 3.5%.

4.1.2.4.4. Estacionamiento de Vehículos en las Vías. Se encontraron 13 vehículos estacionados por hora en la Av. Ignacia Schaeffer.

En encontró 14 vehículos estacionados por hora en la Calle Catacaos

4.1.2.4.5. Paradas de Autobuses. Se encontraron 12 paradas de autobús en la Av. Ignacia Schaeffer y 0 paradas de autobús en la Av. Catacaos.

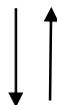
4.1.2.4.6. Tipo de Zona de Intersección. Zona urbana

4.1.2.4.7. Grupos de Carril. Se encontraron 5 grupos de carril en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos

En la Av. Ignacia Schaeffer



R+GD



R+R



R+GD

En la Calle Catacaos



4.1.2.4.8. Distribución Semafórica en la Intersección. En la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos se han identificado 5 semáforos (1, 2, 3, 4, y 5), en el siguiente cuadro se detalla el ciclo semafórico de cada uno.

Los semáforos 1, 2 y 3 controlan el flujo vehicular en la Av. Ignacia Schaeffer y los semáforos 4 y 5 controlan el flujo vehicular en la Calle Catacaos.

Tabla 13

Ciclo semafórico en la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos

Semáforo	Verde (s.)	Ámbar (s.)	Rojo (s.)	Total
1	30	5	25	60
2	30	5	25	60
3	30	5	25	60
4	20	5	35	60
5	20	5	35	60

(Castillo y Olaya, 2020) Ciclo semafórico en la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos

4.1.2.4.9. Resumen de Datos de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos. A continuación, en la tabla N°14 se presenta de forma detallada los datos presentados en los anteriores ítems.

Tabla 14
Resumen de datos de intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos

		Datos					
	Giros	Nº Carril	Ancho calzada (m.)	Vehículos pesados (%)	M (%)	Estacionamiento	Parada Autobús
Av. Ignacia Schaeffer		2	3.00	5.64	3.5	4	5
		2	3.70	5.64	3.5	0	3
		2	3.00	5.64	3.5	9	4
Calle Catacaos		2	3.00	5.64	3.5	2	0
		2	3.00	5.64	3.5	12	0

(Castillo y Olaya, 2020) Resumen de datos de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos

4.1.2.5. Factores de Corrección. Para obtener los diversos factores se aplicaron distintas fórmulas, tal como se detalla a continuación

4.1.2.5.1. Factor Verde.

$$Fv = \frac{\text{Fase de verde}}{\text{Ciclo semafórico}} \quad (16)$$

Av. Ignacia Schaeffer

$$Fv = \frac{30}{60} = 0.50$$

Calle Catacaos:

$$Fv = \frac{20}{60} = 0.33$$

4.1.2.5.2. Factor de Ancho de Carril.

$$Fa = 1 + \frac{A - 3.60}{9} \quad (17)$$

Av. Ignacia Schaeffer

$$Fa = 1 + \frac{3.00 - 3.60}{9} = 0.933$$

$$Fa = 1 + \frac{3.70 - 3.60}{9} = 1.011$$

Calle Catacaos:

$$Fa = 1 + \frac{3.00 - 3.60}{9} = 0.933$$

4.1.2.5.3. Factor de Vehículos Pesados

$$Fp = \frac{1}{1 + \%vehículos\ pesados} \quad (18)$$

Av. Ignacia Schaeffer

$$Fp = \frac{1}{1 + 5.64\%} = 0.946$$

Calle Catacaos

$$Fp = \frac{1}{1 + 5.64\%} = 0.946$$

4.1.2.5.4. Factor de Inclinación

$$Fi = 1 - \frac{\text{pendiente } (\%)}{200} \quad (19)$$

Av. Ignacia Schaeffer

$$Fi = 1 - \frac{3.5}{200} = 0.982$$

Calle Catacaos:

$$Fi = 1 - \frac{3.5}{200} = 0.982$$

4.1.2.5.5. Factor de Estacionamiento

$$Fe = 1 - \frac{0.1}{N} - \frac{18 * N_m}{3600 * N} \quad (20)$$

Av. Ignacia Schaeffer

$$Fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 4}{3600 * 2} = 0.940$$

$$Fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 0}{3600 * 2} = 0.95$$

$$Fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 9}{3600 * 2} = 0.927$$

Calle Catacaos

$$Fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 2}{3600 * 2} = 0.945$$

$$Fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 12}{3600 * 2} = 0.920$$

4.1.2.5.6. Factor de Parada de Autobús

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4xN^{\circ} \text{ autobuses}}{3600xN^{\circ} \text{ Carril}} \quad (21)$$

Av. Ignacia Schaeffer

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4x5}{3600x2} = 0.990$$

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4x3}{3600x2} = 0.994$$

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4x4}{3600x2} = 0.992$$

Para la Calle Catacaos:

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4x0}{3600x4} = 1$$

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4x0}{3600x4} = 1$$

4.1.2.5.7. Factor de Giros a la Derecha.

Tabla 15
Factor de giros a la derecha

Accesos		Factor de giro a la derecha
Av. Ignacia Schaeffer	Norte	0.90
	Sur	
Calle Catacaos	Oeste	0.85
	Este	0.86

(Castillo y Olaya, 2020) Factor de giros a la derecha

4.1.2.5.8. Factor de Giros a la Izquierda.

Tabla 16
Factor de giros a la izquierda

Accesos		Factor de giro a la izquierda
Av. Ignacia Schaeffer	Norte	1.00
	Sur	
Calle Catacaos	Oeste	1.00
	Este	1.00

(Castillo y Olaya, 2020) Factor de giros a la izquierda.

4.1.2.5.9. Factor de Tipo de Zona. Para zona urbana se utiliza 0.90

4.1.2.6. Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular

4.1.2.6.1. Capacidad Vehicular Real. La capacidad vehicular real se calcula con la siguiente fórmula

$$Cr = 1900 \times N^{\circ}carril \times fv \times fa \times fp \times fi \times fe \times fbb \times fgd \times fgi \times far \quad (22)$$

Tabla 17

Capacidad vehicular real de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos

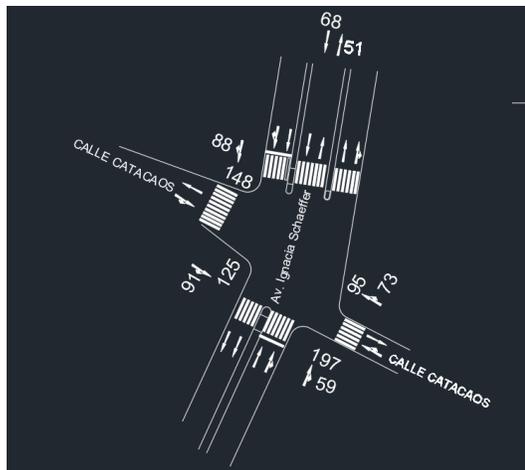
Accesos	Carril	fv	fa	fp	fi	fe	fbb	fgd	fgi	far	Capacidad Real (v/h)	
Av. Ignacia Schaeffer		2	0.50	0.93	0.946	0.982	0.940	0.990	0.90	1.00	0.9	1237
		2	0.50	1.011	0.946	0.982	0.95	0.994	1.00	1.00	0.9	1516
Calle Catacaos		2	0.50	0.93	0.946	0.982	0.927	0.992	0.87	1.00	0.90	1181
		1	0.33	0.93	0.946	0.982	0.945	1.000	0.85	1.00	0.9	391
		1	0.33	0.93	0.946	0.982	0.920	1.000	0.86	1.00	0.9	385

(Castillo y Olaya, 2020) Capacidad vehicular real de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos

4.1.2.6.2. Intensidad Circulante

Figura 15

Cantidad de Vehículos por Calzada que transitan por la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos día miércoles 11:00 – 12:00



(Castillo y Olaya, 2020) Cantidad de vehículos que transitan por la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos día miércoles 11:00 am. – 12:00m.

$$I = \frac{IHP}{FHP} \quad (23)$$

Av. Ignacia Schaeffer

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{236}{0.89} = 265 \text{ veh/h}$$

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{119}{0.89} = 133 \text{ veh/h}$$

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{197}{0.89} = 221 \text{ veh/h}$$

Calle Catacaos

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{216}{0.89} = 242 \text{ veh/h}$$

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{168}{0.89} = 188 \text{ veh/h}$$

4.1.2.6.3. Cálculo del Cociente (I/Cr)

$$\frac{I}{C} \quad (24)$$

Av. Ignacia Schaeffer

$$\frac{I}{C} = \frac{265}{1237} = 0.214$$

$$\frac{I}{C} = \frac{133}{1516} = 0.087$$

$$\frac{I}{C} = \frac{221}{1181} = 0.187$$

Calle Catacaos

$$\frac{I}{C} = \frac{242}{391} = 0.618$$

$$\frac{I}{C} = \frac{188}{385} = 0.488$$

4.1.2.7. Nivel de Servicio de Cada Acceso

$$d = 0.38 * C * \frac{(1 - f_v)^2}{(1 - f_v * \frac{I}{c})} + 173 * (\frac{I}{c})^2 * \sqrt{((I/c) - 1)^2 + 16 * (I/c^2)} \quad (25)$$

Tabla 18
Nivel de servicio de cada acceso

Accesos	f_v	i/c	Demora acceso (seg.)	Nivel de servicio
Sur	0.50	0.214	12.64	B
Av. Ignacia Schaeffer	0.50	0.087	7.18	B
Norte	0.50	0.187	11.21	B
Calle Catacaos	0.33	0.618	39.85	D
Este	0.33	0.488	33.68	D

(Castillo y Olaya, 2020) Nivel de servicio para cada acceso

Tabla 19
Niveles de servicio según demora

Nivel de servicio	Demora media (s/veh)
A	$d \leq 5$
B	$5 < d \leq 15$
C	$15 < d \leq 25$
D	$25 < d \leq 40$
E	$40 < d \leq 60$
F	$d < 60$

Manual de Capacidad de Carreteras

4.1.2.8. Nivel de Servicio de la Intersección

$$d_{intersección} = \frac{\Sigma demora * Intensidad}{\Sigma intensidad} \quad (26)$$

$$d_{intersección} = \frac{12.64 * 265 + 7.18 * 133 + 11.21 * 221 + 39.85 * 242 + 33.68 * 188}{265 + 133 + 221 + 242 + 188}$$

$$= 21.69 \text{ seg.}$$

Por ende, el nivel de servicio de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos es C.

4.1.3. Intersección Semaforizada: Av. Ignacia Schaeffer con Calle Frías, Calle 9 de Noviembre y Calle Tumbes

Figura 16

Av. Ignacia Schaeffer con Calle Frías, Calle 9 de noviembre y Calle Tumbes



Municipalidad Distrital de Tambogrande.

4.1.3.1. Aforo Vehicular. Para el aforo vehicular de la intersección de la Av. Ignacia Schaeffer con Calle Frías, Calle 9 de noviembre y Calle Tumbes se utilizó el método manual, con conteos de 12 horas (7:00 a.m.–7:00 p.m.) durante 6 días de la semana (lunes a sábado), se obtuvieron los siguientes datos como lo indica la tabla N°20.

Tabla 20

Aforo vehicular Av. Ignacia Schaeffer con Calle Frías, Calle 9 de Noviembre y Calle Tumbes desde lunes 07 de setiembre a sábado 12 de setiembre de 2020

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
07:00 - 8:00	436	426	496	368	447	553	2726
08:00 - 9:00	630	697	579	601	529	628	3664
09:00 - 10:00	827	724	780	745	710	652	4438
10:00 - 11:00	771	794	681	757	684	865	4552
11:00 - 12:00	704	695	905	713	809	902	4728
12:00 - 13:00	696	651	903	622	796	616	4284
13:00 - 14:00	617	663	580	605	501	595	3561
14:00 - 15:00	712	630	622	716	613	716	4009
15:00 - 16:00	840	844	815	708	728	700	4635
16:00 - 17:00	788	897	679	808	824	786	4782
17:00 - 18:00	684	677	718	736	766	740	4321
18:00 - 19:00	610	533	644	459	572	608	3426
TOTAL	7705	7698	7758	7379	7407	7753	45700
%	16.86	16.84	16.98	16.15	16.21	16.96	100

(Castillo y Olaya, 2020) Aforo Vehicular: Av. Ignacia Schaeffer con Calle Frías, Calle 9 de Noviembre y Calle Tumbes.

El día de mayor Demanda Vehicular en la Intersección Av. Ignacia Shaeffer con la Calle Frías, la Calle 9 de Noviembre y Calle Tumbes es el martes 08 de setiembre entre las 11:00 a.m. a 12:00 p.m. Para los aforos hemos identificado y tenido en cuenta los movimientos de circulación de los vehículos para cada acceso de la intersección.

4.1.3.2. Cálculo del Factor de Hora Punta. Para determinar el factor de hora punta se tomaron datos cada 15 minutos en el día y hora de mayor demanda vehicular (miércoles 11:00 a.m. -12:00 m.) como lo muestran a continuación las tablas N°21, N°22, N°23 y N°24.

Tabla 21

Aforo Vehicular – Día Miércoles (11:00 – 11:15 a.m.)

Tipo de vehículo	Av. Ignacia Schaeffer			Calle 9 de Noviembre	Calle Frías		Calle Tumbes	Total	%
	↑	↓	↙	↘	←	↗	↑		
Moto lineal	3	9	3	6	2	1	2	26.00	11.06
Moto taxi	40	45	16	33	20	16	3	173.00	73.62
Automóvil	2	1	1	2	1	1	1	9.00	3.83
Station wagon	1	2	0	2	1	0	0	6.00	2.55
Camioneta pick up	2	3	0	3	1	1	0	10.00	4.26
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Camioneta rural	1	1	0	1	1	0	0	4.00	1.70
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Omnibus 2E	1	1	0	1	1	0	1	5.00	2.13
Omnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Camión 2E	1	1	0	0	0	0	0	2.00	0.85
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Semitraylers 2S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Semitraylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Traylers 3t2	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Total	51	63	20	48	27	19	7	235	100.00

(Castillo y Olaya, 2020) Aforo Vehicular – Día Miércoles (11:00 – 11:15 a.m.)

Tabla 22

Aforo Vehicular – Día Miércoles (11:15 – 11:30 a.m.)

Tipo de vehículo	Av. Ignacia Schaeffer			Calle 9 de Noviembre	Calle Frías	Calle Tumbes		Total	%
	↑	↓	↙	↘	←	↗	↑		
Moto lineal	7	3	4	4	3	0	3	24.00	10.91
Moto taxi	39	36	16	28	20	9	15	163.00	74.09
Automóvil	1	2	0	2	0	1	1	7.00	3.18
Station wagon	3	2	0	2	1	0	1	9.00	4.09
Camioneta pick up	3	1	2	1	1	0	1	9.00	4.09
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Camioneta rural	1	1	0	0	1	0	0	3.00	1.36
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Omnibus 2E	1	1	0	0	0	0	0	2.00	0.91
Omnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Camión 2E	1	0	0	0	1	0	0	2.00	0.91
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Semitraylers 2S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Semitraylers >= 3S3	0	1	0	0	0	0	0	1.00	0.45
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Traylers 3t2	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Total	56	47	22	37	27	10	21	220	100.00

(Castillo y Olaya, 2020) Aforo Vehicular – Día Miércoles (11:15 – 11:30 a.m.)

Tabla 23

Aforo Vehicular – Día Miércoles (11:30 – 11:45 a.m.)

Tipo de vehículo	Av. Ignacia Schaeffer			9 de Noviembre	Calle Frías		Calle Tumbes	Total	%
	↑	↓	↙	↘	←	↗	↑		
Moto lineal	7	3	1	4	3	0	3	21.00	9.63
Moto taxi	40	43	16	27	14	13	5	158.00	72.48
Automóvil	0	2	0	2	1	0	1	6.00	2.75
Station wagon	2	3	1	2	1	1	1	11.00	5.05
Camioneta pick up	2	4	2	3	1	1	0	13.00	5.96
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Camioneta rural	1	0	0	0	1	0	0	2.00	0.92
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Omnibus 2E	1	2	0	0	1	0	0	4.00	1.83
Omnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Camión 2E	1	1	0	0	1	0	0	3.00	1.38
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Semitraylers 2S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Semitrylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Traylers 3t2	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Total	54	58	20	38	23	15	10	218.00	100.00

(Castillo y Olaya, 2020) Aforo Vehicular – Día Miércoles (11:30 – 11:45 a.m.)

Tabla 24

Aforo Vehicular – Día Miércoles (11:45 – 12:00)

Tipo de vehículo	Av. Ignacia Schaeffer			Calle 9 de Noviembre	Calle Frías		Calle Tumbes	Total	%
	↑	↓	↙	↘	←	↗	↑		
Moto lineal	4	2	3	1	2	3	1	16.00	6.93
Moto taxi	57	43	15	22	19	17	4	177.00	76.62
Automóvil	7	2	1	2	1	1	1	15.00	6.49
Station wagon	1	2	0	1	1	1	1	7.00	3.03
Camioneta pick up	2	1	2	1	1	0	0	7.00	3.03
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Camioneta rural	1	1	0	1	1	0	0	4.00	1.73
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Omnibus 2E	1	0	0	0	0	0	0	1.00	0.43
Omnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Camión 2E	1	1	0	0	1	0	0	3.00	1.30
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Semitraylers 2S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Semitrylers >= 3S3	1	0	0	0	0	0	0	1.00	0.43
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Traylers 3t2	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Total	75	52	21	28	26	22	7	231.00	100.00

(Castillo y Olaya, 2020) Aforo Vehicular – Día Miércoles (11:45 – 12:00 m.)

Como se logra observar el momento más crítico en la mencionada intersección es entre 11:00 a.m. – 11:15 a.m., para calcular el factor de hora de máxima demanda, se aplicó la siguiente fórmula:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(qmax. 15)} \quad (27)$$

Donde:

FHMD: Factor de hora de máxima demanda

VHMD: Volumen horario de máxima demanda

N : Número de periodos en la hora de máxima demanda

Reemplazando:

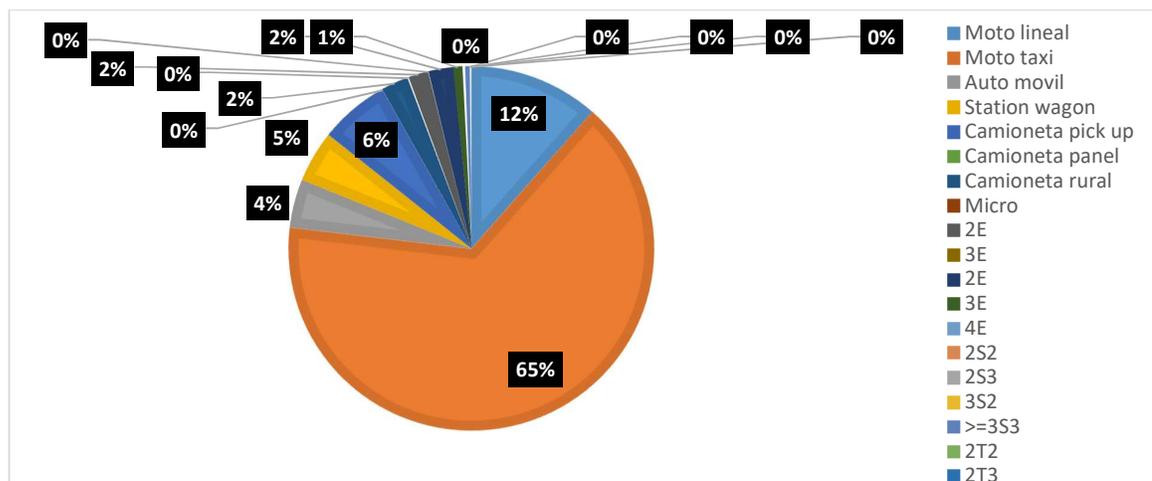
$$FHMD = \frac{905}{4(235)} = 0.96$$

El factor de hora de máxima demanda en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes es 0.96

4.1.3.3. Tipos de vehículos que transitan por la Intersección: Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes. Como se observa, la mayor cantidad de vehículos que transitan por la intersección semaforizada Av. Ignacia Schaeffer con Calle Calle 9 de noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes son la Mototaxis.

Gráfico 2

Porcentajes de vehículos que transitan por la intersección: Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes



(Castillo y Olaya,2020) Porcentaje de vehículos que transitan por la intersección: Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes.

4.1.3.4. Evaluación del Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes. Para evaluar el nivel de servicio y capacidad vehicular de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Catacaos se empleó el Manual de Capacidad de Carreteras, para lo cual fue necesario obtener los siguientes datos.

4.1.3.4.1. Ancho de Calzadas.

Av. Ignacia Schaeffer (3 calzadas, cada una de dos carriles): 3.00 m. carriles exteriores y 3.70 m. carril central.

Calle 9 de noviembre (1 calzada de dos carriles): 4.30 m. cada carril

Calle Frías (1 calzada con dos carriles): 3.00 m. cada carril.

Calle Tumbes (1 calzada con dos carriles): 3.60 m. cada carril.

4.1.3.4.2. Porcentaje de Vehículos Pesados. Según los datos obtenidos en el aforo vehicular de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes el porcentaje de vehículos pesados es 5.70%

4.1.3.4.3. Pendiente de las Vías. Según la Municipalidad Distrital de Tambogrande, El área de estudio se encuentra enmarcada dentro del casco urbano de la ciudad de Tambogrande, siendo una de las calles más transitadas, su relieve es inclinado, debido a la geomorfología existente, y a la presencia de las quebradas, presentando pendientes que superan el 3.5%.

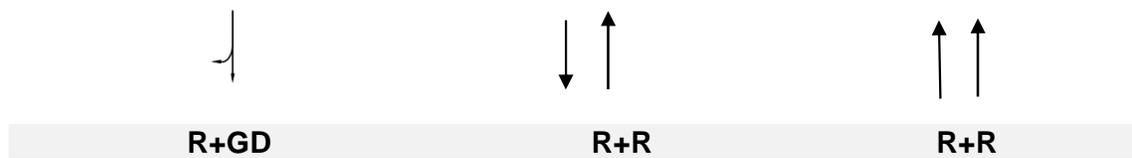
4.1.3.4.4. Estacionamiento de Vehículos en las Vías. Se encontraron 24 vehículos estacionados por hora en la Avenida Ignacia Schaeffer, sumando ambos accesos, 4 vehículos estacionados por hora en la Calle Frías, 5 vehículos estacionados por hora en la Calle 9 de Noviembre y 7 vehículos estacionados por hora en la Calle Tumbes.

4.1.3.4.5. Paradas de Autobuses. Se encontraron 10 paradas de autobús en la Av. Ignacia Schaeffer y 0 paradas de autobús en la Av. Catacaos.

4.1.3.4.6. Tipo de Zona de Intersección. Zona urbana

4.1.3.4.7. Grupos de Carril. Se encontraron 6 grupos de carril en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes

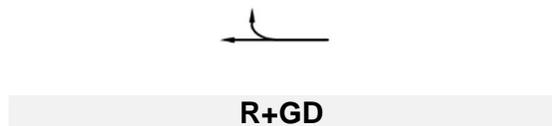
En la Av. Ignacia Schaeffer



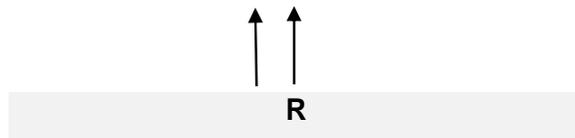
En la Calle 9 de noviembre



En la Calle Frías



En la Calle Tumbes



4.1.3.4.8. Distribución Semafórica en la Intersección. En la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes se han identificado 6 semáforos (1, 2, 3, 4, 5 y 6), en el siguiente cuadro se detalla el ciclo semafórico de cada uno.

Los semáforos 1, 2, 3 y 4 controlan el flujo vehicular en la Av. Ignacia Schaeffer, el semáforo 5 controla el flujo vehicular en la Calle 9 de Noviembre y el semáforo 6 controla el flujo vehicular en la Calle Frías.

Tabla 25*Ciclo semafórico en la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes*

Semáforo	Verde (s.)	Ámbar (s.)	Rojo (s.)	Total
1	27	5	31	63
2	27	5	31	63
3	27	5	31	63
4	27	5	31	63
5	27	5	31	63
6	27	5	31	63

(Castillo y Olaya, 2020) Ciclo semafórico en la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes.

4.1.3.4.9. Resumen de Datos de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes. A continuación, en la tabla N°26 se presenta de forma detallada los datos presentados en los anteriores ítems.

Tabla 26*Resumen de datos de intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes*

Datos							
	Giros	N° Carril	Ancho calzada (m.)	Vehículos pesados (%)	M (%)	Estacionamiento	Parada Autobús
Av. Ignacia Schaeffer		2	3.00	5.70	3.5	14	4
		2	3.70	5.70	3.5	0	2
		2	3.00	5.70	3.5	10	4
Calle 9 de Noviembre		2	4.30	5.70	3.5	5	0
Calle Frías		2	3.00	5.70	3.5	4	0
Calle Tumbes		2	3.60	5.70	3.5	7	0

(Castillo y Olaya, 2020) Resumen de datos de intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes

4.1.3.5. Factores de Corrección. Para obtener los diversos factores se aplicaron distintas fórmulas, tal como se detalla a continuación

4.1.3.5.1. Factor Verde.

$$Fv = \frac{\text{Fase de verde}}{\text{Ciclo semafórico}} \quad (28)$$

Av. Ignacia Schaeffer

$$Fv = \frac{27}{63} = 0.43$$

$$Fv = \frac{27}{63} = 0.43$$

Calle 9 de Noviembre

$$Fv = \frac{27}{63} = 0.43$$

Calle 9 de Frías:

$$Fv = \frac{27}{63} = 0.43$$

4.1.3.5.2. Factor de Ancho de Carril.

$$Fa = 1 + \frac{A - 3.60}{9} \quad (29)$$

Av. Ignacia Schaeffer

$$Fa = 1 + \frac{3.00 - 3.60}{9} = 0.933$$

$$Fa = 1 + \frac{3.70 - 3.60}{9} = 1.011$$

Calle 9 de Noviembre

$$Fa = 1 + \frac{4.30 - 3.60}{9} = 1.07$$

Calle Frías

$$Fa = 1 + \frac{3.00 - 3.60}{9} = 0.93$$

Calle Tumbes

$$Fa = 1 + \frac{3.60 - 3.60}{9} = 1.00$$

4.1.3.5.3. **Factor de Vehículos Pesados**

$$Fp = \frac{1}{1 + \%vehículos\ pesados} \quad (30)$$

Av. Ignacia Schaeffer

$$Fp = \frac{1}{1 + 5.70\%} = 0.946$$

Calle 9 de Noviembre

$$Fp = \frac{1}{1 + 5.70\%} = 0.946$$

Calle 9 de Frías

$$Fp = \frac{1}{1 + 5.70\%} = 0.946$$

Calle Tumbes

$$Fp = \frac{1}{1 + 5.70\%} = 0.946$$

4.1.3.5.4. **Factor de Inclinación**

$$Fi = 1 - \frac{\text{pendiente} (\%)}{200} \quad (31)$$

Av. Ignacia Schaeffer

$$Fi = 1 - \frac{3.5}{200} = 0.982$$

Calle 9 de Noviembre

$$Fi = 1 - \frac{3.5}{200} = 0.982$$

Calle Frías

$$Fi = 1 - \frac{3.5}{200} = 0.982$$

Calle Tumbes

$$Fi = 1 - \frac{3.5}{200} = 0.982$$

4.1.3.5.5. Factor de Estacionamiento

$$Fe = 1 - \frac{0.1}{N} - \frac{18 * N_m}{3600 * N} \quad (32)$$

Av. Ignacia Schaeffer

$$Fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 14}{3600 * 2} = 0.915$$

$$Fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 0}{3600 * 2} = 0.950$$

$$Fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 10}{3600 * 2} = 0.925$$

Calle 9 de Noviembre

$$Fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 5}{3600 * 2} = 0.937$$

Calle Frías

$$Fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 4}{3600 * 2} = 0.940$$

Calle Tumbes

$$Fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 7}{3600 * 2} = 0.932$$

4.1.3.5.6. Factor de Parada de Autobús

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4xN^{\circ} autobuses}{3600xN^{\circ} Carril} \quad (33)$$

Av. Ignacia Schaeffer

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4x4}{3600x2} = 0.992$$

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4x2}{3600x2} = 0.996$$

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4x4}{3600x2} = 0.992$$

Calle 9 de Noviembre

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4x0}{3600x2} = 1$$

Para la Calle Frías:

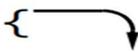
$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4x0}{3600x2} = 1$$

Calle Tumbes

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4x0}{3600x2} = 1$$

4.1.3.5.7. Factor de Giros a la Derecha.

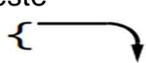
Tabla 27
Factor de giros a la derecha

Accesos		Factor de giro a la derecha
Av. Ignacia Schaeffer	Norte 	0.883
		1
		1
Calle 9 de Noviembre	Oeste 	0.659
Calle Frías	Este 	0.867
Calle Tumbes	Sur 	1

(Castillo y Olaya, 2020) Factor de giros a la derecha

4.1.3.5.8. Factor de Giros a la Izquierda. En esta intersección no está permitido el giro a la derecha, sin embargo, se observa que los conductores realizan este giro.

Tabla 28
Factor de Giros a la Izquierda

Accesos		Factor de giro a la izquierda
Av. Ignacia Schaeffer	Norte	1
		
		1
		1
Calle 9 de Noviembre	Oeste	1
		
Calle Frías	Este	1
		
Calle Tumbes	Sur	1
		

(Castillo y Olaya, 2020) Factor de giros a la izquierda

4.1.3.5.9. Factor de Tipo de Zona. Para zona urbana se utiliza 0.90

4.1.3.6. Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular

4.1.3.6.1. **Capacidad Vehicular Real.** La capacidad vehicular real se calcula con la siguiente fórmula

$$Cr = 1900 \times N^{\circ}carril \times fv \times fa \times fp \times fi \times fe \times fbb \times fgd \times fgi \times far \quad (34)$$

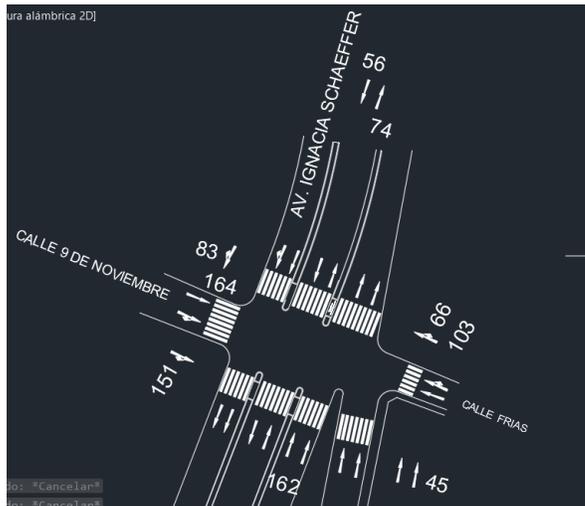
Accesos	Carril	fv	fa	fp	fi	fe	fbb	fgd	fgi	far	Capacid ad Real (v/h)
Av. Ignacia Schaeffer	2	0.43	0.933	0.946	0.982	0.915	0.992	0.88	1.00	0.9	1018
	2	0.43	1.011	0.946	0.982	0.950	0.996	1.00	1.00	0.9	1306
	2	0.43	0.933	0.946	0.982	0.925	0.992	1.00	1.00	0.9	1169
Av. 9 de Noviembre	2	0.43	1.07	0.946	0.982	0.937	1.000	0.65	1.00	0.9	890
Calle Frías	2	0.43	0.93	0.946	0.982	0.940	1.000	0.86	1.00	0.9	1027
Calle Tumbes	2	1.00	1.00	0.946	0.982	0.932	1.000	1.00	1.00	0.9	2961

(Castillo y Olaya, 2020) Capacidad Vehicular Real de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes

4.1.3.6.2. Intensidad Circulante

Figura 17

Número de vehículos que transitan día miércoles 11:00 am. – 12:00m. en la Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes



(Castillo y Olaya, 2020) Número de vehículos que transitan un día miércoles 11:00 am. – 12:00 m. la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes

$$I = \frac{IHP}{FHP} \quad (35)$$

Av. Ignacia Schaeffer

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{243}{0.96} = 253 \text{ veh/h}$$

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{130}{0.96} = 135 \text{ veh/h}$$

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{162}{0.96} = 306 \text{ veh/h}$$

Calle 9 de noviembre

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{151}{0.96} = 157 \text{ veh/h}$$

Calle Frías

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{169}{0.96} = 176 \text{ veh/h}$$

Calle Tumbes

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{45}{0.96} = 46 \text{ veh/h}$$

4.1.3.6.3. Cálculo del Cociente (I/Cr)

$$\frac{I}{C} \quad (36)$$

Av. Ignacia Schaeffer

$$\frac{I}{C} = \frac{253}{1018} = 0.248$$

$$\frac{I}{C} = \frac{135}{1306} = 0.103$$

$$\frac{I}{C} = \frac{306}{1169} = 0.261$$

Calle 9 de Noviembre

$$\frac{I}{C} = \frac{157}{890} = 0.176$$

Calle Frías

$$\frac{I}{C} = \frac{176}{1027} = 0.171$$

Calle Tumbes

$$\frac{I}{C} = \frac{46}{2961} = 0.015$$

4.1.3.7. Nivel de Servicio de Cada Acceso

$$d = 0.38 * C * \frac{(1 - f_v)^2}{(1 - f_v * \frac{I}{C})} + 173 * (\frac{I}{C})^2 * \sqrt{((I/c) - 1)^2 + 16 * (I/c^2)} \quad (37)$$

Tabla 29
Nivel de Servicio para cada Acceso

Accesos		f_v	i/c	Demora acceso (seg.)	Nivel de servicio
Av. Ignacia Schaeffer	Norte ↓	0.43	0.248	16.74	C
	↓ ↑	0.43	0.103	9.79	B
	↑ ↑	0.43	0.261	17.50	C
Calle 9 de Noviembre	Oeste ←	0.43	0.176	12.84	B
Calle Frías	Este →	0.43	0.171	12.60	B
Calle Tumbes	Sur ↑ ↑	1.00	0.015	0.04	A

(Castillo y Olaya, 2020) Nivel de servicio para cada acceso

Tabla 31
Niveles de servicio según demora

Nivel de servicio	Demora media (s/veh)
A	$d \leq 5$
B	$5 < d \leq 15$
C	$15 < d \leq 25$
D	$25 < d \leq 40$
E	$40 < d \leq 60$
F	$d < 60$

Manual de Capacidad de Carreteras

4.1.3.8. Nivel de Servicio de la Intersección

$$d_{intersección} = \frac{\Sigma demora * Intensidad}{\Sigma intensidad} \quad (38)$$

$$d_{intersección} = \frac{16.74 * 253 + 9.79 * 135 + 17.50 * 306 + 12.84 * 157 + 12.60 * 176 + 0.04 * 46}{253 + 135 + 306 + 157 + 176 + 46} = 14.12 \text{ seg.}$$

Por ende, el nivel de servicio de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes es B

4.1.4. Intersección Semaforizada: Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín.

Figura 18
Intersección Semaforizada Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín



Municipalidad Distrital de Tambogrande

4.1.4.1. Aforo Vehicular. Para el aforo vehicular de la intersección de la Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín se utilizó el método manual, con conteos de 12 horas (7:00 a.m.–7:00 p.m.) durante 6 días de la semana (lunes a sábado), se obtuvieron los siguientes datos como lo indica la tabla N°8

Tabla 30

Aforo Vehicular Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín desde lunes 07 de setiembre a sábado 12 de setiembre de 2020.

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
07:00 - 8:00	954	904	1018	1567	1038	1235	6716
08:00 - 9:00	1316	1431	1341	1456	1485	1182	8211
09:00 - 10:00	1264	1395	1163	1161	1046	915	6944
10:00 - 11:00	1334	1512	1430	1222	1189	1227	7914
11:00 - 12:00	1417	1671	1365	1367	1394	1003	8217
12:00 - 13:00	1236	1137	1037	968	954	582	5914
13:00 - 14:00	594	320	398	443	459	293	2507
14:00 - 15:00	682	630	897	877	1027	676	4789
15:00 - 16:00	1029	877	958	969	981	736	5550
16:00 - 17:00	1014	1143	1135	1035	1203	924	6454
17:00 - 18:00	1082	1169	1351	1107	685	883	6277
18:00 - 19:00	699	675	381	759	972	974	4460
TOTAL	11922	12189	12093	12172	11461	9656	69493
%	17.16	17.54	17.40	17.52	16.49	13.89	100

(Castillo y Olaya, 2020) Aforo Vehicular: Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín

El día donde se observa mayor demanda vehicular es el día martes, y la hora en la que circulan mayor número de vehículos es entre 11:00 a.m. -12:00 m.

4.1.4.2. Cálculo de Factor de Hora Punta. Para determinar el factor de hora punta se tomaron datos cada 15 minutos en el día y hora de mayor demanda vehicular (martes 11:00 a.m. -12:00 m.) como lo muestran a continuación las tablas N°31, N°32, N°33 y N°34.

Tabla 31
Aforo vehicular – Día Martes (11:00 a.m. – 11:15 a.m.)

Tipo de vehículo	Av. Ignacia Schaeffer			Calle Arambulú Santín			Total	%
	↓	←	↑	→	↘	↗		
Moto lineal	5	3	5	1	4	1	19	3.67
Moto taxi	110	54	103	125	38	10	440	84.94
Automóvil	2	1	3	0	1	1	8	1.54
Station wagon	4	2	4	0	3	0	13	2.51
Camioneta pick up	5	3	5	1	2	0	16	3.09
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	2	1	2	0	0	0	5	0.97
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Omnibus 2E	1	1	2	0	0	0	4	0.77
Omnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	2	1	2	1	2	1	9	1.74
Camión 3E	1	0	1	0	0	0	2	0.39
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S2	0	1	0	0	0	0	1	0.19
Semitrylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3t2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	1	0	0	0	1	0.19
Total	132	67	128	128	50	13	518	100.00

(Castillo y Olaya, 2020) Aforo Vehicular – Día Martes (11:00 a.m. – 11:15 a.m.)

Tabla 32
Aforo vehicular – Día Martes (11:15 a.m. – 11:30 a.m.)

Tipo de vehículo	Av. Ignacia Schaeffer			Calle Arambulú Santín			Total	%
	↓	←	↑	→	↘	↗		
Moto lineal	6	4	5	1	5	2	23	5.40
Moto taxi	102	58	107	23	40	14	344	80.75
Automóvil	3	2	3	1	1	0	10	2.35
Station wagon	3	2	4	1	1	0	11	2.58
Camioneta pick up	6	2	6	0	4	0	18	4.23
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	0	0	1	0	2	0	3	0.70
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Omnibus 2E	2	1	0	0	0	0	3	0.70
Omnibus 3E	0	0	1	0	0	0	1	0.23
Camión 2E	0	2	4	0	1	0	7	1.64
Camión 3E	2	1	0	0	0	0	3	0.70
Camión 4E	1	0	0	0	0	0	1	0.23
Semitraylers 2S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitrylers >= 3S3	0	0	0	2	0	0	2	0.47
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3t2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Total	125	72	131	28	54	16	426	100.00

(Castillo y Olaya, 2020) Aforo Vehicular – Día Martes (11:15 a.m. – 11:30 a.m.)

Tabla 33

Aforo vehicular – Día Martes (11:30 a.m. – 11:45 a.m.)

Tipo de vehículo	Av. Ignacia Schaeffer			Calle Arambulú Santín			Total	%
	↓	←	↑	→	↓	↑		
Moto lineal	6	4	5	0	6	0	21	5.08
Moto taxi	112	53	99	26	37	8	335	81.11
Automóvil	2	0	3	0	2	0	7	1.69
Station wagon	6	1	3	0	2	2	14	3.39
Camioneta pick up	6	1	5	0	2	1	15	3.63
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	2	0	2	1	1	0	6	1.45
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Omnibus 2E	0	1	2	1	1	1	6	1.45
Omnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	4	1	0	0	2	0	7	1.69
Camión 3E	0	0	1	0	0	0	1	0.24
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	1	0	1	0.24
Semitrylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3t2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Total	138	61	120	28	54	12	413	100.00

(Castillo y Olaya, 2020) Aforo Vehicular – Día Martes (11:30 a.m. – 11:45 a.m.)

Tabla 34

Aforo vehicular – Día Martes (11:45 a.m. – 12:00 m.)

Tipo de vehículo	Av. Ignacia Schaeffer			Calle Arambulú Santín			Total	%
	↓	←	↑	→	↓	↑		
Moto lineal	4	3	5	0	4	1	17	5.41
Moto taxi	84	31	83	14	19	8	239	76.11
Automóvil	2	0	2	1	1	1	7	2.23
Station wagon	5	3	5	0	2	0	15	4.78
Camioneta pick up	4	2	4	0	3	0	13	4.14
Camioneta panel	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camioneta rural	1	2	0	0	1	1	5	1.59
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Omnibus 2E	1	0	1	0	0	0	2	0.64
Omnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión 2E	3	1	3	1	2	1	11	3.50
Camión 3E	0	1	0	0	1	0	2	0.64
Camión 4E	0	0	1	0	0	0	1	0.32
Semitraylers 2S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitraylers 3S2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Semitrylers >= 3S3	0	0	0	0	2	0	2	0.64
Traylers 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers 3t2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Traylers >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Total	104	43	104	16	35	12	314	100.00

(Castillo y Olaya, 2020) Aforo Vehicular – Día Martes (11:45 a.m. – 12:00 m.)

Como se logra observar el momento más crítico en la mencionada intersección es entre 11:00 a.m. – 11:15 a.m., para calcular el factor de hora de máxima demanda, se aplicó la siguiente fórmula:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(qmax.15)} \quad (39)$$

Donde:

FHMD: Factor de hora de máxima demanda

VHMD: Volumen horario de máxima demanda

N : Número de periodos en la hora de máxima demanda

Reemplazando:

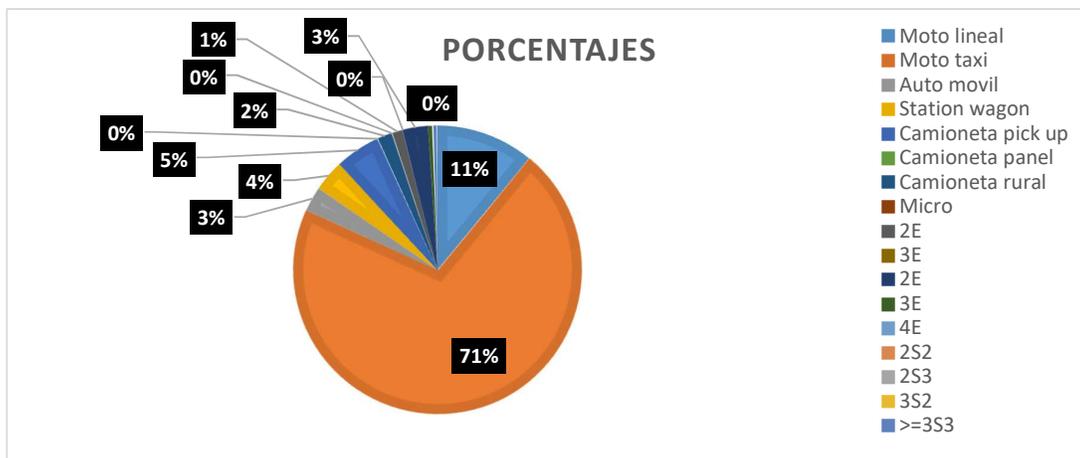
$$FHMD = \frac{1671}{4(518)} = 0.81 \quad (40)$$

El factor de hora de máxima demanda en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín 0.81

4.1.4.3. Tipos de vehículos que transitan por la Intersección: Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín. Como se observa, la mayor cantidad de vehículos que transitan por la intersección semaforizada Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín son las Mototaxis.

Gráfico 3

Porcentajes de vehículos que transitan por la intersección: Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín



(Castillo y Olaya,2020) Porcentaje de vehículos que transitan por la intersección: Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín

4.1.3.4. Evaluación del Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín. Para evaluar el nivel de servicio y capacidad vehicular de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín se empleó el Manual de Capacidad de Carreteras, para lo cual fue necesario obtener los siguientes datos.

4.1.3.4.1. Ancho de Calzadas.

Av. Ignacia Schaeffer antes de calle Arambulú Santín (3 calzadas, cada una de dos carriles): 3.00 m. cada carril de las calzadas exteriores y 3.70 m. los carriles de la calzada central

Av. Ignacia Schaeffer después de calle Arambulú Santín (2 calzadas, cada una de dos carriles): 3.60 m. cada carril

Calle Arambulú Santín (2 calzada con dos carriles): 3.00 cada carril

4.1.3.4.2. Porcentaje de Vehículos Pesados. Según los datos obtenidos en el aforo vehicular de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín, el porcentaje de vehículos pesados es 5.17%

4.1.3.4.3. Pendiente de las Vías. Según la Municipalidad Distrital de Tambogrande, El área de estudio se encuentra enmarcada dentro del casco urbano de la ciudad de Tambogrande, siendo una de las calles más transitadas, su relieve es inclinado, debido a la geomorfología existente, y a la presencia de las quebradas, presentando pendientes que superan el 3.5%.

4.1.3.4.4. Estacionamiento de Vehículos en las Vías. Se encontraron 9 vehículos estacionados por hora en la Av. Ignacia Schaeffer.

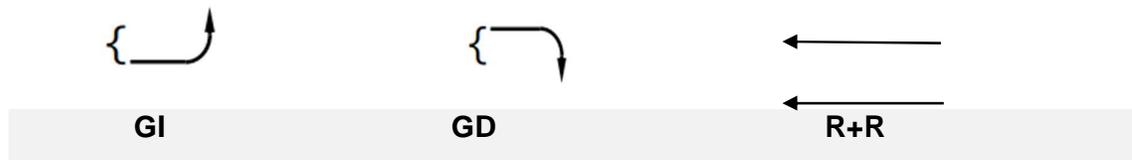
En encontró 4 vehículos estacionados por hora en la Calle Arambulú Santín

4.1.3.4.5. Paradas de Autobuses. Se encontraron 8 paradas de autobús en la Av. Ignacia Schaeffer y 0 paradas de autobús en la Calle Arambulú Santín.

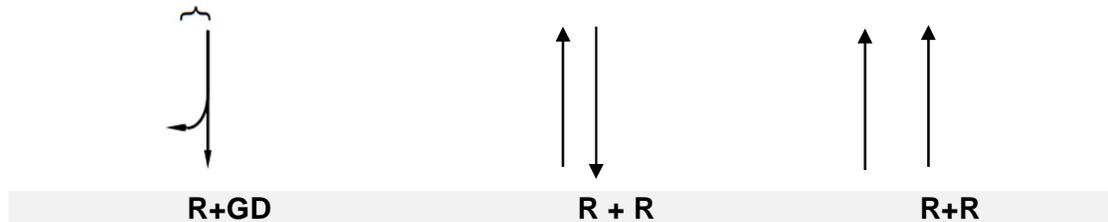
4.1.3.4.6. Tipo de Zona de Intersección. Zona urbana

4.1.3.4.7. Grupos de Carril. Se encontraron 4 grupos de carril en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín.

En la Av. Ignacia Schaeffer



Calle Arambulú Santín



4.1.3.4.8. Distribución Semafórica en la Intersección.

En la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín se han identificado 4 semáforos (1, 2, 3, y 4), en el siguiente cuadro se detalla el ciclo semafórico de cada uno.

Los semáforos 1, 2 y 3 controlan el flujo vehicular en la Av. Ignacia Schaeffer y el semáforo 4 controla el flujo vehicular en la Calle Arambulú Santín.

Tabla 35
Ciclo semafórico en la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín

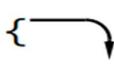
Semáforo	Verde (s.)	Ámbar (s.)	Rojo (s.)	Total
1	36	4	40	80
2	36	4	40	80
3	36	4	40	80
4	36	4	40	80

(Castillo y Olaya, 2020) Ciclo semafórico en la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín.

4.1.3.4.9. Resumen de Datos de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín. A continuación, en la tabla N°36 se presenta de forma detallada los datos presentados en los anteriores ítems.

Tabla 36

Resumen de datos de intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín

	Datos					
	Giros	Ancho calzada (m.)	Vehículos pesados (%)	M (%)	Estacionamiento	Parada Autobús
Av. Ignacia Schaeffer		3.00	5.17	3.5	8	5
		3.70	5.17	3.5	0	1
Calle Arambulú Santín		3.00	5.17	3.5	1	2
		3.60	5.17	3.5	0	0
		3.60	5.17	3.5	2	0
		3.60	5.17	3.5	2	0

(Castillo y Olaya, 2020) Resumen de datos de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín.

4.1.3.5. Factores de Corrección. Para obtener los diversos factores se aplicaron distintas fórmulas, tal como se detalla a continuación

4.1.3.5.1. Factor Verde.

$$Fv = \frac{\text{Fase de verde}}{\text{Ciclo semafórico}} \quad (41)$$

Av. Ignacia Schaeffer

$$Fv = \frac{36}{80} = 0.45$$

Calle Arambulú Santín:

$$Fv = \frac{36}{80} = 0.45$$

4.1.3.5.2. Factor de Ancho de Carril.

$$Fa = 1 + \frac{A - 3.60}{9} \quad (42)$$

Av. Ignacia Schaeffer

$$Fa = 1 + \frac{3.00 - 3.60}{9} = 0.933$$

$$Fa = 1 + \frac{3.70 - 3.60}{9} = 1.011$$

Calle Arambulú Santín

$$Fa = 1 + \frac{3.00 - 3.60}{9} = 0.933$$

4.1.3.5.3. **Factor de Vehículos Pesados**

$$Fp = \frac{1}{1 + \%vehículos\ pesados} \quad (43)$$

Av. Ignacia Schaeffer

$$Fp = \frac{1}{1 + 5.17\%} = 0.950$$

Calle Arambulú Santín

$$Fp = \frac{1}{1 + 5.17\%} = 0.950$$

4.1.3.5.4. **Factor de Inclinación**

$$Fi = 1 - \frac{\text{pendiente} (\%)}{200} \quad (44)$$

Av. Ignacia Schaeffer

$$Fi = 1 - \frac{3.5}{200} = 0.982$$

Calle Catacaos:

$$Fi = 1 - \frac{3.5}{200} = 0.982$$

4.1.3.5.5. **Factor de Estacionamiento**

$$Fe = 1 - \frac{0.1}{N} - \frac{18 * N_m}{3600 * N} \quad (45)$$

Av. Ignacia Schaeffer

$$Fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 8}{3600 * 2} = 0.930$$

$$Fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 0}{3600 * 2} = 0.95$$

$$Fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 1}{3600 * 2} = 0.947$$

Calle Arambulú Santín

$$Fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 0}{3600 * 2} = 0.95$$

$$Fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 2}{3600 * 2} = 0.945$$

$$Fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 * 2}{3600 * 2} = 0.945$$

4.1.3.5.6. Factor de Parada de Autobús

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4xN^{\circ} \text{ autobuses}}{3600xN^{\circ} \text{ Carril}} \quad (46)$$

Av. Ignacia Schaeffer

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4x5}{3600x2} = 0.990$$

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4x1}{3600x2} = 0.998$$

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4x2}{3600x2} = 0.996$$

Para la Calle Arambulú Santín:

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4x0}{3600x4} = 1$$

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4x0}{3600x4} = 1$$

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4x0}{3600x4} = 1$$

4.1.3.5.7. Factor de Giros a la Derecha.

Tabla 37
Factor de giros a la derecha

Accesos		Factor de giro a la derecha
	Sur	
Av. Ignacia Schaeffer		0.85
	Norte	1.00
	Oeste	1.00
Calle Arambulú Santín		1.00
		0.65
		1.00

(Castillo y Olaya, 2020) Factor de giros a la derecha

4.1.3.5.8. Factor de Giros a la Izquierda.

Tabla 38
Factor de giros a la izquierda

Accesos		Factor de giro a la izquierda
	Sur	
Av. Ignacia Schaeffer		1.00
	Norte	1.00
	Oeste	1.00
Calle Arambulú Santín		0.95
		1.00
		1.00

(Castillo y Olaya, 2020) Factor de giros a la izquierda.

4.1.3.5.9. Factor de Tipo de Zona. Para zona urbana se utiliza 0.90

4.1.3.6. Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular

4.1.3.6.1. Capacidad Vehicular Real. La capacidad vehicular real se calcula con la siguiente fórmula

$$Cr = 1900 \times N^{\circ}carril \times fv \times fA \times fp \times fi \times fe \times fbb \times fgd \times fgi \times far \quad (47)$$

Tabla 39

Capacidad vehicular real de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín

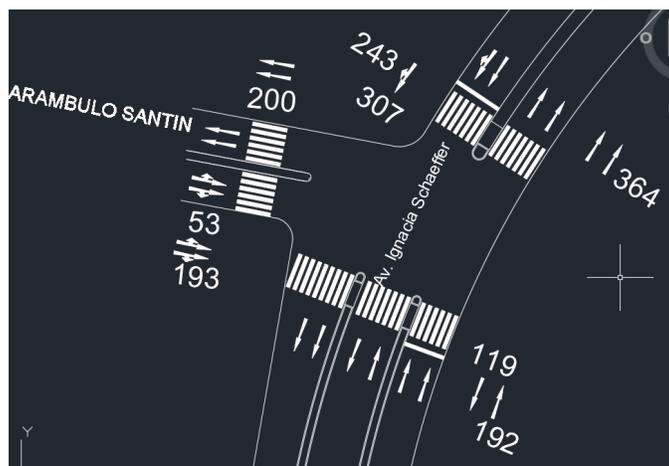
Accesos	Carril	fv	fa	fp	fi	fe	fbb	fgd	fgi	far	Capacidad Real (v/h)	
Av. Ignacia Schaeffer		2	0.45	0.933	0.950	0.982	0.930	0.990	0.85	1.00	0.9	1048
		2	0.45	1.011	0.950	0.982	0.950	0.998	1.00	1.00	0.9	1376
		2	0.45	0.933	0.950	0.982	0.947	0.996	1.00	1.00	0.9	1263
Calle Arambulú Santín		1	0.45	0.933	0.950	0.982	0.950	1.000	1.00	0.95	0.9	604
		1	0.45	0.933	0.950	0.982	0.945	1.000	0.65	1.00	0.9	411
		2	0.45	0.933	0.950	0.982	0.945	1.000	1.00	1.00	0.9	1265

(Castillo y Olaya, 2020) Capacidad vehicular real de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín

4.1.3.6.2. Intensidad Circulante

Figura 19

Número de vehículos que transitan día martes 11:00 am. – 12:00m. la Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín



(Castillo y Olaya, 2020) Número de vehículos que transitan día martes 11:00 am. – 12:00m. la Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín

$$I = \frac{IHP}{FHP} \quad (48)$$

Av. Ignacia Schaeffer

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{550}{0.81} = 679 \text{ veh/h}$$

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{311}{0.81} = 383 \text{ veh/h}$$

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{364}{0.81} = 449 \text{ veh/h}$$

Calle Arambulú Santín

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{53}{0.81} = 65 \text{ veh/h}$$

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{193}{0.81} = 238 \text{ veh/h}$$

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{200}{0.81} = 246 \text{ veh/h}$$

4.1.3.6.3. Cálculo del Cociente (I/Cr)

$$\frac{I}{C} \quad (49)$$

Av. Ignacia Schaeffer

$$\frac{I}{C} = \frac{679}{1048} = 0.647$$

$$\frac{I}{C} = \frac{383}{1376} = 0.278$$

$$\frac{I}{C} = \frac{449}{1263} = 0.355$$

Calle Arambulú Santín

$$\frac{I}{C} = \frac{65}{604} = 0.107$$

$$\frac{I}{C} = \frac{238}{411} = 0.579$$

$$\frac{I}{C} = \frac{246}{1265} = 0.194$$

4.1.3.7. Nivel de Servicio de Cada Acceso

$$d = 0.38 * C * \frac{(1 - f_v)^2}{(1 - f_v * \frac{I}{C})} + 173 * (\frac{I}{C})^2 * \sqrt{((I/C) - 1)^2 + 16 * (I/C^2)} \quad (50)$$

Tabla 40
Nivel de servicio de cada acceso

Accesos	f_v	i/c	Demora acceso (seg.)	Nivel de servicio	
Av. Ignacia Schaeffer	0.45	0.647	39.53	D	Sur
					Norte
Calle Arambulú Santín	0.45	0.355	25.08	D	Oeste
	0.45	0.107	11.43	B	
	0.45	0.579	38.35	D	
	0.45	0.194	15.33	C	

(Castillo y Olaya, 2020) Nivel de servicio para cada acceso

Tabla 41
Niveles de servicio según demora

Nivel de servicio	Demora media (s/veh)
A	$d \leq 5$
B	$5 < d \leq 15$
C	$15 < d \leq 25$
D	$25 < d \leq 40$
E	$40 < d \leq 60$
F	$d < 60$

Manual de Capacidad de Carreteras

4.1.3.8. Nivel de Servicio de la Intersección

$$d_{intersección} = \frac{\Sigma demora * Intensidad}{\Sigma intensidad} \quad (51)$$

$$\begin{aligned} d_{intersección} &= \frac{37.53 * 679 + 20.19 * 383 + 25.08 * 449 + 11.43 * 65 + 38.35 * 238 + 15.33 * 246}{679 + 383 + 449 + 65 + 238 + 246} \\ &= 28.21 \text{ seg.} \end{aligned}$$

Por ende, el nivel de servicio de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín es D

4.2. Propuestas de Mejoramiento

4.2.1. Propuestas de Mejoramiento de Fases Semafóricas

Después de haber realizado el estudio de tráfico de las tres intersecciones semaforizadas que se encuentran a lo largo de la Av. Ignacia Schaeffer, se determinó la capacidad vehicular y nivel de servicio de cada una, ahora se procederá a replantear los ciclos semafóricos para reducir las demoras y tratar en lo posible de que todos los accesos a la intersección tengan demoras similares, además se simulará el tráfico en tiempo real en el software Synchro 8.0 para verificar las mejoras en tiempo real

El HCM establece un proceso iterativo para obtener un nuevo ciclo semafórico en base al ancho de cada acceso y el número de fases como se muestra en la siguiente fórmula

$$C = n * \left(7 + \frac{\Sigma A_i}{1.20} \right) < 90s. \quad (52)$$

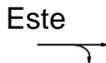
Donde:

n: Número de Fases

A: Ancho de cada acceso

4.2.1.1. Demoras Actuales en la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos.

Tabla 42
Demoras actuales en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos

Accesos	f_v	i/c	Demora acceso (seg.)	
Av. Ignacia Schaeffer	Norte 	0.50	0.214	12.64
		0.50	0.087	7.18
	Sur 	0.50	0.187	11.21
Calle Catacaos	Oeste 	0.33	0.618	39.85
	Este 	0.33	0.488	33.68

(Castillo y Olaya,2020) Demoras actuales de la intersección.

4.2.1.1.1. Nuevo ciclo semafórico propuesto.

$$C = n * \left(7 + \frac{\sum A_i}{1.20} \right) < 90s.$$

$$C = 3 * \left(7 + \frac{3.00 + 3.70 + 3.00 + 3.00 + 3.00}{1.20} \right) < 90s.$$

$$C = 60.25 < 90s.$$

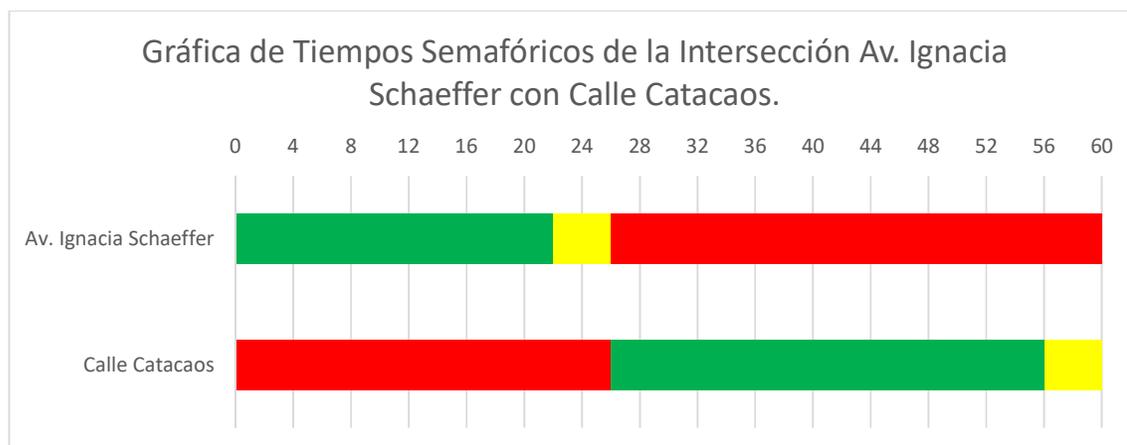
Tabla 43
Nuevo ciclo semafórico para la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos

Semáforo	Verde (s.)	Ámbar (s.)	Rojo (s.)	Total
1	22	4	34	60
2	22	4	34	60
3	22	4	34	60
4	30	4	26	60
5	30	4	26	60

(Castillo y Olaya, 2020) Nuevo Ciclo Semafórico para la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos

Gráfico 4

Gráfica de nuevos tiempos semafóricos de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos



(Castillo y Olaya, 2020) Gráfica de nuevos tiempos semafóricos para la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos.

Tabla 44

Comparación de demoras actuales y demoras propuestas

Accesos		Demora actual (seg.)	Demoras propuestas (seg.)
Av. Ignacia Schaeffer	Norte ↓	12.64	20.75
	Sur ↑	7.18	11.75
	Sur ↓	11.21	18.50
Calle Catacaos	Oeste ←	39.85	24.47
	Este →	33.68	19.05

(Castillo y Olaya, 2020) Comparación de demoras actuales y demoras propuestas

Como se observa, en la Calle Catacaos se ha reducido las demoras, el nivel de servicio sigue siendo C, sin embargo la demora se ha reducido de 21.69 segundos a 19.68 segundos, aumentando la fase en verde, de tal manera que las demoras en cada uno de los accesos tengan tiempos similares o se asemejen.

4.2.1.2. Demoras Actuales en la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes.

Tabla 45

Demoras actuales en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes

Accesos		f_v	i/c	Demora acceso (seg.)
Av. Ignacia Schaeffer	Norte 	0.43	0.248	16.74
		0.43	0.103	9.79
Calle 9 de Noviembre		0.43	0.261	17.50
	Oeste 	0.43	0.176	12.84
Calle Frías	Este 	0.43	0.171	12.60
Calle Tumbes	Sur 	1.00	0.015	7.87

(Castillo y Olaya,2020) Demoras actuales de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes.

4.2.1.2.1. Nuevo Ciclo Semafórico Propuesto.

$$C = n * \left(7 + \frac{\sum A_i}{1.20} \right) < 90s.$$

$$C = 3 * \left(7 + \frac{3.00 + 3.70 + 3.00 + 4.30 + 3.00}{1.20} \right) < 90s.$$

$$C = 63.5 < 90s.$$

Tabla 46

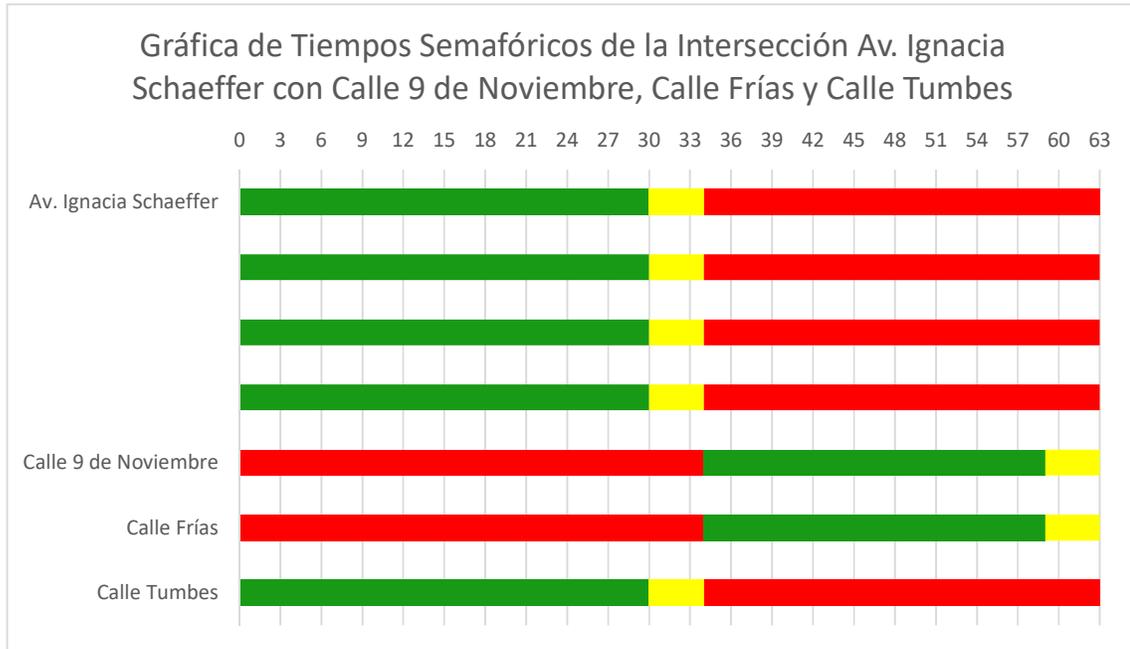
Nuevo ciclo semafórico para la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes

Semáforo	Verde (s.)	Ámbar (s.)	Rojo (s.)	Total
1	30	4	29	63
2	30	4	29	63
3	30	4	29	63
4	30	4	29	63
5	25	4	34	63
6	25	4	34	63
7	30	4	29	63

(Castillo y Olaya,2020) Nuevo ciclo semafórico para la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes.

Gráfico 5

Gráfica de nuevos tiempos semafóricos en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes



(Castillo y Olaya,2020) Gráfica de nuevos tiempos semafóricos en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes.

Tabla 47

Comparación de demoras actuales y demoras propuestas

Accesos	Demoras Actuales (seg.)	Demoras Propuestas (seg.)
Av. Ignacia Schaeffer Norte	16.74	14.13
Av. Ignacia Schaeffer	9.79	8.24
Av. Ignacia Schaeffer	17.50	14.80
Calle 9 de Noviembre Oeste	12.84	14.55
Calle Frías Este	12.60	14.27
Calle Tumbes Sur	0.042	6.85

(Castillo y Olaya,2020) Comparación de demoras actuales y demoras propuestas

Como se observa, en la Av. Ignacia Schaeffer se ha reducido las demoras, aumentando la fase en verde, el nivel de servicio sigue siendo B pero la demora total

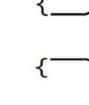
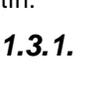
de la intersección se ha reducido de 14.12 segundos a 13.69 segundos de tal manera que las demoras en cada uno de los accesos tengan tiempos similares o se asemejen.

Además, en el cálculo que se realizó anteriormente, con el nivel de servicio existente, se observó que en la Calle Tumbes no existe un semáforo que regule el tránsito, sin embargo, se propone la ubicación de un semáforo con un ciclo coincidente con la Av. Ignacia Schaeffer.

4.2.1.3. Demoras actuales en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín.

Tabla 48

Demoras actuales en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín

Accesos	f_v	i/c	Demora acceso (seg.)		
Av. Ignacia Schaeffer		0.45	0.647	39.53	
			0.45	0.278	20.19
Calle Arambulú Santín			0.45	0.355	25.08
			0.45	0.107	11.43
				0.45	0.579
		0.45	0.194	15.33	

(Castillo y Olaya,2020) Demoras actuales en la intersección Avenida Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín.

4.2.1.3.1. Nuevo Ciclo Semafórico Propuesto.

$$C = n * \left(7 + \frac{\sum A_i}{1.20} \right) < 90s.$$

$$C = 3 * \left(7 + \frac{3.00 + 3.70 + 3.00 + 4.30 + 3.00}{1.20} \right) < 90s.$$

$$C = 72.25 < 90s.$$

Tabla 49

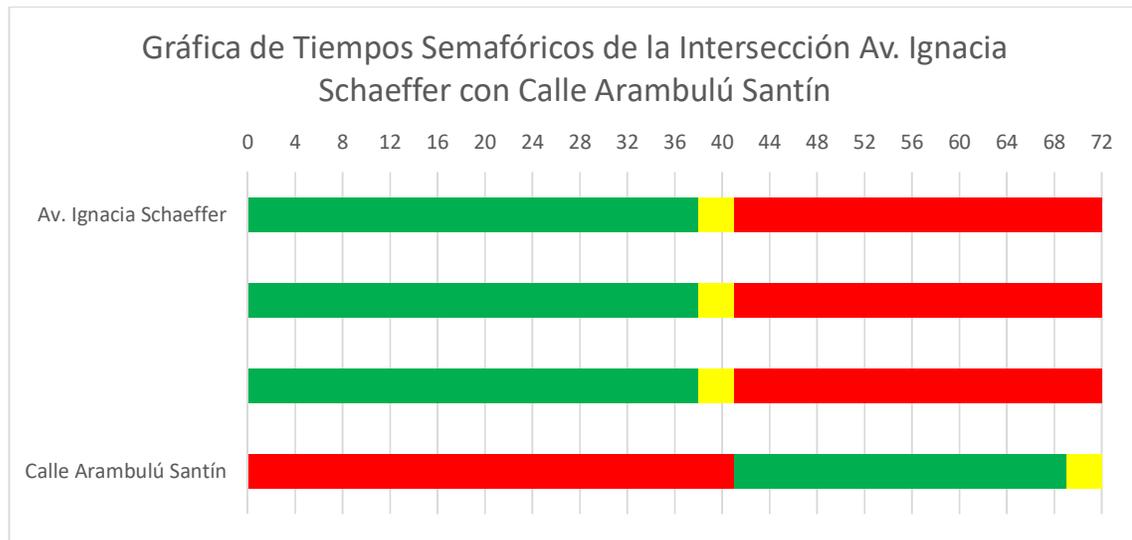
Nuevo ciclo semafórico para la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín

Semáforo	Verde (s.)	Ámbar (s.)	Rojo (s.)	Total
1	38	3	31	72
2	38	3	31	72
3	38	3	31	72
4	28	3	41	72

(Castillo y Olaya,2020) Nuevo ciclo semafórico para la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín

Gráfico 6

Gráfica de Nuevos tiempos semafóricos para la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín



(Castillo y Olaya,2020) Gráfica de nuevos tiempos semafóricos para la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín.

Tabla 50

Comparación de Demoras Actuales y Demoras Propuestas

Accesos	Demora (seg.)	Actual	Demora propuesta (seg.)
Sur			
Av. Ignacia Schaeffer		39.53	32.65
		20.19	14.42
Calle Arambulú Santín		25.08	18.37
		11.43	13.09
		38.35	42.76
		15.33	17.99

(Castillo y Olaya,2020) Comparación de demoras actuales y demoras propuestas

Como se observa, en la Av. Ignacia Schaeffer se ha reducido las demoras, aumentando la fase en verde, además, el nivel de servicio existente con un ciclo semafórico de 80 segundos es D, con una demora de 28.21 segundos y con el nuevo ciclo semafórico de 72 segundos, disminuye la demora a 24.95 segundos, obteniéndose un nivel de servicio C.

4.2.2. Modelamiento en el Programa Synchro 8.0 e Infracworks.

Con el fin optimizar el nivel de servicio de la cada una de las intersecciones semaforizadas, se ha procedido a realizar la simulación den el programa Synchro 8.0. y el modelamiento de las vías en el programa Infracworks.

4.2.2.1. Simulación de Tráfico en el programa Synchro 8.0 y Modelamiento en el programa Infracworks de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos. En la siguiente figura N°30 hemos colocado el número de número de carriles y la señalización horizontal de dicha intersección, el tráfico de volumen de dicha intersección, la velocidad de aproximación, el flujo de saturación según HCM 2010 el cual trabaja el Synchro 8, el ancho de carril de cada acceso y la pendiente en porcentaje.

Figura 20

Inserción de datos y características de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos en el programa Synchro 8.0

LANE SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)	0	216	88	0	248	59	0	95	73	0	125	91
Traffic Volume (vph)	0	216	88	0	248	59	0	95	73	0	125	91
Street Name	Av. Ignacia Shaeffer			Av. Ignacia Shaeffer			Calle Catacaos			Calle Catacaos		
Link Distance (m)	180.8			205.3			102.1			148.1		
Links Speed (km/h)	50			50			50			50		
Set Arterial Name and Speed	EB			WB			NB			SB		
Travel Time (s)	13.0			14.8			7.4			10.7		
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.0	3.0	3.0	3.7	3.7	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Grade (%)	4			4			4			4		
Area Type CBD	<input checked="" type="checkbox"/>											
Storage Length (m)	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0
Storage Lanes (#)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Right Turn Channelized	None			None			None			None		
Curb Radius (m)	—			—			—			—		
Add Lanes (#)	—			—			—			—		
Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor	1.000 0.850			1.000 0.850			0.941			0.943		
Left Turn Factor (prot)	1.000 1.000			1.000 1.000			1.000			1.000		
Saturated Flow Rate (prot)	1490 1266			3066 1266			1472			1475		
Left Turn Factor (perm)	1.000 1.000			1.000 1.000			1.000			1.000		
Right Ped Bike Factor	1.000 1.000			1.000 1.000			1.000			1.000		
Left Ped Factor	1.000 1.000			1.000 1.000			1.000			1.000		
Saturated Flow Rate (perm)	1490 1266			3066 1266			1472			1475		
Right Turn on Red?	<input checked="" type="checkbox"/>											
Saturated Flow Rate (RTOR)	0 96			0 64			79			99		
Link Is Hidden	<input type="checkbox"/>											
Hide Name in Node Title	<input type="checkbox"/>											

(Castillo y Olaya, 2020) Inserción de datos y características de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos en el programa Synchro 8.0

En la siguiente figura N°31 hemos colocado el tráfico de volumen de dicha intersección por hora, el factor horas pico, factor de crecimiento, porcentaje de vehículos pesados.

Figura 21

Inserción de datos de Volumen de Tráfico en Hora Punta en la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos en el programa Synchro 8.0

VOLUME SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)		↑	↑		↑↑	↑		↑			↑	
Traffic Volume (vph)	0	216	88	0	248	59	0	95	73	0	125	91
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	0	5	5	0	5	5	0	0	0	0	0	0
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>											
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Link OD Volumes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Adjusted Flow (vph)	0	235	96	0	270	64	0	103	79	0	136	99
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	235	96	0	270	64	0	182	0	0	235	0

(Castillo y Olaya, 2020) Inserción de datos de volumen de tráfico en hora punta en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos en el programa Synchro 8.0

En la siguiente figura N°32 tenemos como resultado el ciclo optimizado, el cual tiene una longitud de 60 s., resultados que coinciden con la optimización de ciclo hecha de forma manual

Figura 22

Ciclos semafóricos optimizados en el programa Synchro 8.0 de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos

NODE SETTINGS	TIMING SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Node #	2		↑	↑		↑↑	↑		↑			↑	
Zone		0	216	88	0	248	59	0	95	73	0	125	91
X East (m)	181.8	—	—	Perm	—	—	Perm	—	—	—	—	—	—
Y North (m)	-156.1	—	4	—	—	8	—	—	2	—	—	6	—
Z Elevation (m)	0.0	—	—	4	—	—	8	—	—	—	—	—	—
Description		—	4	4	—	8	8	—	2	—	—	6	—
Control Type	Pretimed	—	0	0	—	0	0	—	0	—	—	0	—
Cycle Length (s)	60.0	—	10.0	2.0	—	10.0	2.0	—	10.0	—	—	10.0	—
Lock Timings	<input type="checkbox"/>	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	—	—	0.0	—
Optimize Cycle Length	Optimize	—	22.0	22.0	—	22.0	22.0	—	30.0	—	—	30.0	—
Optimize Splits	Optimize	—	26.0	26.0	—	26.0	26.0	—	34.0	—	—	34.0	—
Actuated Cycle(s)	60.0	—	26.0	26.0	—	26.0	26.0	—	34.0	—	—	34.0	—
Natural Cycle(s)	60.0	—	4.0	4.0	—	4.0	4.0	—	4.0	—	—	4.0	—
Max v/c Ratio	0.43	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	—	—	0.0	—
Intersection Delay (s)	10.3	—	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	—	—	0.0	—
Intersection LDS	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ICU	0.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ICU LDS	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Offset (s)	0.0	—	Max	Max	—	Max	Max	—	Max	—	—	Max	—
Referenced to	Begin of Green	—	22.0	22.0	—	22.0	22.0	—	30.0	—	—	30.0	—
Reference Phase	2+6 - NBT SBT	—	0.37	0.37	—	0.37	0.37	—	0.50	—	—	0.50	—
Master Intersection	<input type="checkbox"/>	—	0.43	0.18	—	0.24	0.13	—	0.23	—	—	0.30	—
Yield Point	Single	—	17.4	4.4	—	13.9	4.8	—	5.9	—	—	6.6	—
		—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	—	—	0.0	—

(Castillo y Olaya, 2020) Ciclos semafóricos optimizados en el programa Synchro 8.0

A continuación, se presenta la simulación en 2D realizada en el programa Synchro 8.0 de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos.

Figura 23

Simulación de Tráfico en 2D de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos con Synchro 8.0



(Castillo y Olaya, 2020) Simulación de Tráfico de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos.

Figura 24

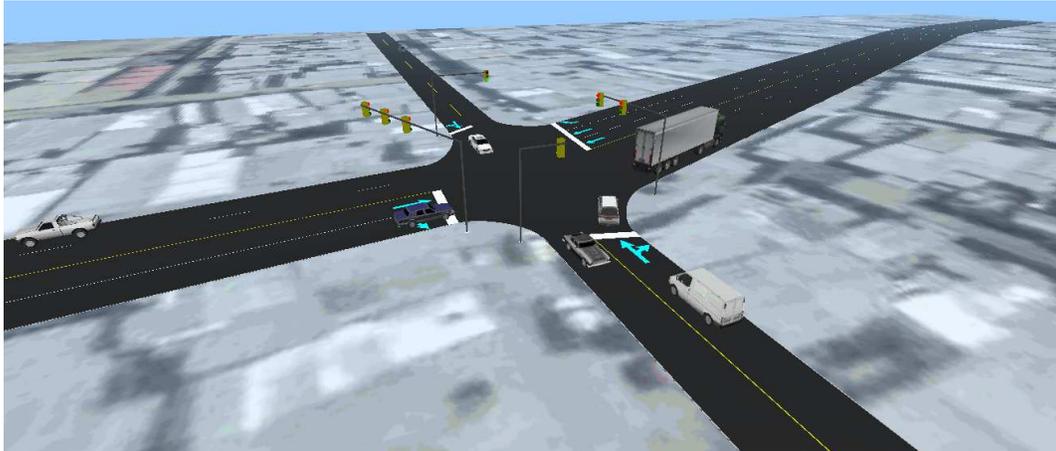
Simulación de Tráfico en 2D en la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos en el programa Synchro 8.0



(Castillo y Olaya, 2020) Simulación de Tráfico de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos.

Figura 25

Simulación de Tráfico en 3D de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos en el programa Synchro 8.0



(Castillo y Olaya, 2020) Simulación de Tráfico en 3D de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos.

Además de simular el tráfico en el programa Synchro 8.0, se ha modelado la intersección en el programa Infracore para detallar a profundidad las características de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos.

La Avenida que tiene 3 calzadas es la Av. Ignacia Schaeffer y la Calle con una calzada de dos carriles es la Calle Catacaos.

Figura 26

Modelado de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos en el programa Infracore



(Castillo y Olaya, 2020) Modelado de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos en el programa Infracore

Figura 27
Modelado de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos en el programa Infracworks



(Castillo y Olaya, 2020) Modelado de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos en el programa Infracworks

4.2.2.2. Simulación de tráfico en el programa Synchro 8.0 y Modelamiento en el programa Infracworks de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes. En la siguiente figura N°38 hemos colocado el número de número de carriles y la señalización horizontal de dicha intersección, el tráfico de volumen de dicha intersección, la velocidad de aproximación, el flujo de saturación según HCM 2010 el cual trabaja el Synchro 8, el ancho de carril de cada acceso y la pendiente en porcentaje.

Figura 28

Inserción de datos y características de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes en el programa Synchro 8.0

LANE SETTINGS																					
Lanes and Sharing (HRL)		↑↑↑					↑↑	↑			↑↑				↑↑					↑	
Traffic Volume (vph)	0	236	0	0	0	0	220	83	0	0	103	66	0	0	151	0	0	0	45	0	
Street Name	Av. Ignacia Schaeffer				Av. Ignacia Schaeffer				Calle Frías				Calle 9 de Noviembre				Calle Jr. Tumbes				
Link Distance (m)		198.2					44.1				113.0			111.0				214.6			
Links Speed (km/h)		50					50				50			50				50			
Set Arterial Name and Speed		EB					WB				NB			SB				NE			
Travel Time (s)		14.3					3.2				8.1			8.0				15.5			
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	
Lane Width (m)	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.0	3.0	3.0	3.0	4.3	4.3	4.3	4.3	3.6	3.6	3.6	3.6	
Grade (%)		0					0				0			0				0			
Area Type CBD		<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>			
Storage Length (m)	0.0		0.0			0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
Storage Lanes (#)																					
Right Turn Channelized				None				None				None				None				None	
Curb Radius (m)																					
Add Lanes (#)																					
Lane Utilization Factor	1.00	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	1.00	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Right Turn Factor		1.000					1.000	0.850			0.941				0.850					0.865	
Left Turn Factor (prot)		1.000					1.000	1.000			1.000				1.000					1.000	
Saturated Flow Rate (prot)		4298					2991	1338			2718				2626					1409	
Left Turn Factor (perm)		1.000					1.000	1.000			1.000				1.000					1.000	
Right Ped Bike Factor		1.000					1.000	1.000			1.000				1.000					1.000	
Left Ped Factor		1.000					1.000	1.000			1.000				1.000					1.000	
Saturated Flow Rate (perm)		4298					2991	1338			2718				2626					1409	
Right Turn on Red?				<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>
Saturated Flow Rate (RTOR)		0					0	90			72				0					0	
Link Is Hidden		<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>			
Hide Name in Node Title		<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>			

(Castillo y Olaya, 2020) Insercción de datos y características de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes en el programa Synchro 8.0

En la siguiente figura N°39 se ha colocado el tráfico de volumen de dicha intersección por hora, el factor horas pico, factor de crecimiento, porcentaje de vehículos pesados.

Figura 29

Inserción de datos de volumen de tráfico en hora punta en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes en el programa Synchro 8.0

VOLUME SETTINGS																				
Lanes and Shading (HRL)		↑↑↑					↑↑	↑			↑↑				↑↑					↑
Traffic Volume (vph)	0	236	0	0	0	0	220	83	0	0	103	66	0	0	151	0	0	0	45	0
Conflicting Peds. (#/hr)	0	-	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	-	-	0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	0	0	-	-	0	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>																			
Parking Maneuvers (#/hr)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Traffic from mid-block (%)	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-
Link OD Volumes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Adjusted Flow (vph)	0	257	0	0	0	0	239	90	0	0	112	72	0	0	164	0	0	0	49	0
Traffic in shared lane (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lane Group Flow (vph)	0	257	0	0	0	0	239	90	0	0	184	0	0	0	164	0	0	0	49	0

(Castillo y Olaya, 2020) Inserción de datos de volumen de tráfico en hora punta en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes en Synchro 8.0

En la siguiente figura N°40 se muestra como resultado el ciclo semafórico optimizado, el cual tiene una longitud de 63 s., resultados que coinciden con la optimización hecha de forma manual.

Figura 30

Ciclos semafóricos optimizados en el programa Synchro 8.0 de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes.

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS																																																																			
		WBL2				WBL				WBT				WBR				NBL2				NBL				NBT				NBR				SBL				SBL				SBR				SBR2				NEL2				NEL				NER				NER2				PED		HOLD	
Node #	4	Lanes and Shading (HRL)																																																																			
Zone:		Traffic Volume (vph)																																																																			
X East (m)	195.0	Turn Type																																																																			
Y North (m)	-114.0	Protected Phases																																																																			
Z Elevation (m)	0.0	Permitted Phases																																																																			
Description		Detector Phases																																																																			
Control Type	Prefimed	Switch Phase																																																																			
Cycle Length (s)	63.0	Leading Detector (m)																																																																			
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>	Trailing Detector (m)																																																																			
Optimize Cycle Length:	Optimize	Minimum Initial (s)																																																																			
Optimize Splits:	Optimize	Minimum Split (s)																																																																			
Actuated Cycle(s)	63.0	Total Split (s)																																																																			
Natural Cycle(s)	65.0	Yellow Time (s)																																																																			
Max v/c Ratio:	0.17	All-Red Time (s)																																																																			
Intersection Delay (s)	9.2	Lost Time Adjust (s)																																																																			
Intersection LOS:	A	Lagging Phase?																																																																			
ICU:	0.81	Allow Lead/Lag Optimize?																																																																			
ICU LOS:	D	Recall Mode																																																																			
Offset (s):	0.0	Actuated Effct. Green (s)																																																																			
Referenced to:	Begin of Green	Actuated g/C Ratio																																																																			
Reference Phase:	2 - NBT	Volume to Capacity Ratio																																																																			
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>	Control Delay (s)																																																																			
Yield Point:	Single	Queue Delay (s)																																																																			
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>	Total Delay (s)																																																																			

Left or Right Turn Treatment		v/c ok		Mins ok	
←	→	←	→	←	→

(Castillo y Olaya, 2020) Ciclos semafóricos optimizados en el programa Synchro 8.0

A continuación, se presenta la simulación en 2D realizada en el programa Synchro 8.0 de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes.

Figura 31

Simulación de tráfico en 2D de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes en el programa Synchro 8.0



(Castillo y Olaya, 2020) Simulación de tráfico en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes

Figura 32

Simulación de tráfico en 2D de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes en el programa Synchro 8.0.



(Castillo y Olaya, 2020) Simulación de tráfico en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes

Figura 33

Simulación de tráfico en 3D de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes en el programa Synchro 8.0



(Castillo y Olaya, 2020) Simulación de tráfico en 3D de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes.

Además de simular el tráfico en el programa Synchro 8.0, se ha modelado la intersección en el programa Infracore para detallar a profundidad las características de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes.

Figura 34

Modelado de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes en el programa Infracworks



(Castillo y Olaya, 2020) Modelado de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes.

Figura 35

Modelado de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes en el programa Infracworks



(Castillo y Olaya, 2020) Modelado de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes.

4.2.2.3. Simulación de Tráfico con el programa Synchro 8.0 y modelamiento con el programa Infracore de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín. En la siguiente figura N°46 hemos colocado el número de número de carriles y la señalización horizontal de dicha intersección, el tráfico de volumen de dicha intersección, la velocidad de aproximación, el flujo de saturación según HCM 2010 el cual trabaja el Synchro 8, el ancho de carril de cada acceso y la pendiente en porcentaje.

Figura 36

Inserción de datos y características de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín en el programa Synchro 8.0

LANE SETTINGS	 EBL	 EBT	 WBT	 WBR	 SBL	 SBR
Lanes and Sharing (#RL)		↑↑↑	↑	↑	↑	↑
Traffic Volume (vph)	0	526	426	243	53	193
Street Name	Av. Ignacia Schaeffe		Av. Ignacia Schaeffe		Calle Arambulú	
Link Distance (m)	—	209.1	203.5	—	130.1	—
Links Speed (km/h)	—	50	50	—	50	—
Set Arterial Name and Speed	—	EB	WB	—	SB	—
Travel Time (s)	—	15.1	14.7	—	9.4	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.3	3.3	3.3	3.3	3.6	3.6
Grade (%)	—	4	4	—	4	—
Area Type CBD	—	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—
Storage Length (m)	0.0	—	—	0.0	0.0	0.0
Storage Lanes (#)	—	—	—	—	—	—
Right Turn Channelized	—	None	—	None	—	None
Curb Radius (m)	—	—	—	—	—	—
Add Lanes (#)	—	—	—	—	—	—
Lane Utilization Factor	1.00	0.91	1.00	1.00	1.00	0.95
Right Turn Factor	—	1.000	1.000	0.850	0.913	0.850
Left Turn Factor (prot)	—	1.000	1.000	1.000	0.979	1.000
Saturated Flow Rate (prot)	—	4212	1543	1311	1427	1289
Left Turn Factor (perm)	—	1.000	1.000	1.000	0.979	1.000
Right Ped Bike Factor	—	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Left Ped Factor	—	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Saturated Flow Rate (perm)	—	4212	1543	1311	1427	1289
Right Turn on Red?	—	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input checked="" type="checkbox"/>
Saturated Flow Rate (RTOR)	—	0	0	264	80	130
Link Is Hidden	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—
Hide Name in Node Title	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—

(Castillo y Olaya, 2020) Inserción de datos y características de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín en el programa Synchro 8.0.

En la siguiente figura N°47 hemos colocado el tráfico de volumen de dicha intersección por hora, el factor horas pico, factor de crecimiento, porcentaje de vehículos pesados.

Figura 37

Inserción de datos de volumen de tráfico en hora punta en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín en el programa Synchro 8.0

VOLUME SETTINGS	 		 		 	
	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lanes and Sharing (#RL)		↑↑↑	↑	↑	↑↑	↑
Traffic Volume (vph)	0	526	426	243	53	193
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	—	0	0	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	—	0	—	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	5	5	5	5	5	5
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	0	—	0	—
Link OD Volumes	—	—	—	—	—	—
Adjusted Flow (vph)	0	572	463	264	58	210
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	38
Lane Group Flow (vph)	0	572	463	264	138	130

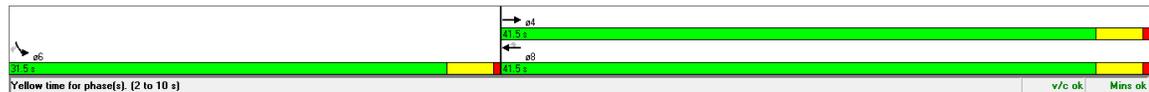
(Castillo y Olaya, 2020) Inserción de datos de volumen de tráfico en hora punta en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín en el programa Synchro 8.0

En la siguiente figura N°48 se muestra el resultado del ciclo semafórico optimizado, el cual tiene una longitud de 72 segundos, resultado de coincide con la optimización de ciclo hecha de forma manual.

Figura 38

Ciclos semafóricos optimizados en el programa Synchro 8.0 de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS							
		EBL	EBT	wBT	wBR	SBL	SBR	PED	HOLD
Node #	2								
Zone:									
X East (m):	206.4								
Y North (m):	-116.9								
Z Elevation (m):	0.0								
Description									
Control Type	Pretimed								
Cycle Length (s):	72.0								
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>								
Optimize Cycle Length:	Optimize								
Optimize Splits:	Optimize								
Actuated Cycle(s):	72.0								
Natural Cycle(s):	75.0								
Max v/c Ratio:	0.57								
Intersection Delay (s):	9.4								
Intersection LOS:	A								
ICU:	0.62								
ICU LOS:	B								
Offset (s):	0.0								
Referenced to:	Begin of Green								
Reference Phase:	2+6 - Unassigned								
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>								
Yield Point:	Single								
		Lanes and Sharing (#R/L)	↑↑↑	↑	↑	↑	↑	—	—
		Traffic Volume (vph)	0	526	426	243	53	193	—
		Turn Type	—	—	—	Perm	—	Perm	—
		Protected Phases	—	4	8	—	6	—	—
		Permitted Phases	—	—	—	8	—	6	—
		Detector Phases	—	4	8	8	6	6	—
		Switch Phase	—	0	0	0	0	0	—
		Leading Detector (m)	—	10.0	10.0	2.0	2.0	2.0	—
		Trailing Detector (m)	—	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	—
		Minimum Initial (s)	—	38.0	38.0	38.0	28.0	28.0	—
		Minimum Split (s)	—	41.0	41.0	41.0	31.0	31.0	—
		Total Split (s)	—	41.0	41.0	41.0	31.0	31.0	—
		Yellow Time (s)	—	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	—
		All-Red Time (s)	—	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	—
		Lost Time Adjust (s)	—	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	—
		Lagging Phase?	—	—	—	—	—	—	—
		Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—	—	—	—	—
		Recall Mode	—	Max	Max	Max	Max	Max	—
		Actuated Effect. Green (s)	—	38.0	38.0	38.0	28.0	28.0	—
		Actuated g/C Ratio	—	0.53	0.53	0.53	0.39	0.39	—
		Volume to Capacity Ratio	—	0.26	0.57	0.32	0.23	0.22	—
		Control Delay (s)	—	9.7	14.9	2.5	8.1	4.1	—
		Queue Delay (s)	—	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	—



(Castillo y Olaya, 2020) Ciclos Semafóricos optimizados en el programa Synchro 8.0

A continuación, se presenta la simulación en 2D realizada en el programa Synchro 8.0 de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín

Figura 39

Simulación de tráfico en 2D de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín en el programa Synchro 8.0



(Castillo y Olaya, 2020) Simulación de tráfico en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín en el programa Synchro 8.0

Figura 46

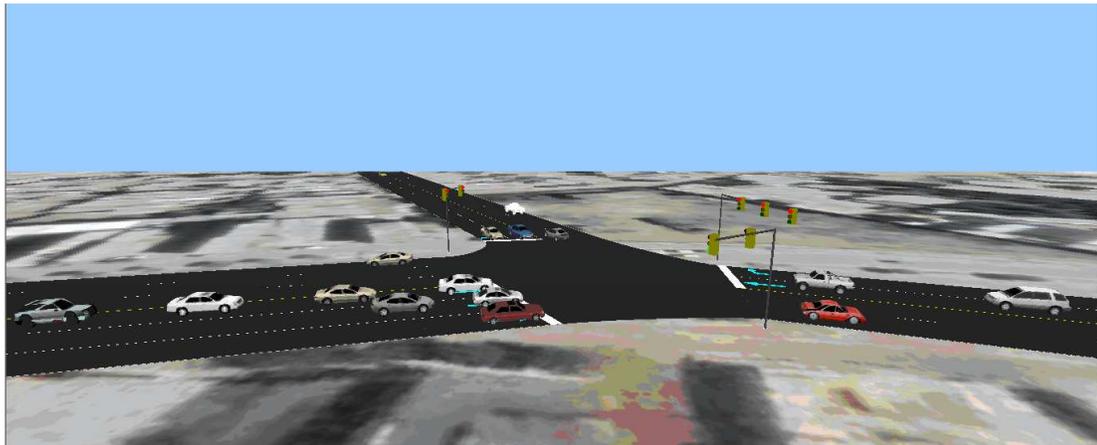
Simulación de tráfico en 2D de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín en el programa Synchro 8.0



(Castillo y Olaya, 2020) Simulación de tráfico en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín

Figura 40

Simulación de tráfico en 3D de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín en el programa Synchro 8.0



(Castillo y Olaya, 2020) Simulación de tráfico en 3D de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín

Además de simular el tráfico en el programa Synchro 8.0, se ha modelado la intersección en el programa Infracore para detallar a profundidad las características de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín.

Figura 41

Modelado de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín en el programa Infracore



(Castillo y Olaya, 2020) Modelado de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín

Figura 42

Modelado de la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín en el programa Infracore



(Castillo y Olaya, 2020) Modelado de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín

4.2.3. Propuesta de Señalización Vertical y Horizontal.

Como se observa en el anexo N°, la Av. Ignacia Schaeffer carece de señalización horizontal y vertical, poniendo en riesgo la seguridad de vehículos y peatones, por tal razón, a continuación, se detalla cada uno de los dispositivos de control de tránsito que deben colocarse para garantizar la correcta circulación empleando el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

4.2.3.1. Señalización Horizontal. Son las diferentes marcas que se colocan sobre la calzada o sardineles para indicar “pare”, “giro a la derecha”, “giro a la izquierda”, “pase de peatones”, “separación de carriles”, “borde derecho de calzada”, “borde izquierdo de calzada”, entre otros.

Señalización de la que carece la Av. Ignacia Schaeffer y las calles que la intersectan: Calle Las Dalias, Calle Catacaos, Calle Fujimori, Calle Castillas, Calle Yapatera, Calle Morropón, Calle Salitral, Calle Jorge Chávez, Calle Suyo, Calle Frías, Calle 9 de Noviembre, Calle Tumbes, Calle Junín, Calle Cuzco, Calle Chiclayo, Calle Girasoles, Calle Arambulú Santín y Calle Arequipa, tal como se observa en la siguiente figura N°53, imagen tomada un día sábado 6:00 p.m.

Figura 43
Intersección Av. Ignacia Schaeffer



(Castillo y Olaya, 2020) Intersección Avenida Ignacia Schaeffer

4.2.3.1.1. Línea de Borde de Calzada. La Av. Ignacia Schaeffer si cuenta con esta línea, sin embargo la marca se encuentra en deterioro.

Esta deberá ubicarse en el borde del pavimento y será de color blanco cuando sea posible el estacionamiento y de color amarillo cuando no se permita estacionar.

4.2.3.1.2. Línea de Carril. No existe línea de carril en la Av. Ignacia Schaeffer y las diferentes calles que la intersectan.

Esta sirve para separar dos o más carriles que vayan en el mismo sentido, será de color blanco y puede ser continua cuando no se permita pasar al otro carril, segmentada cuando se permita atravesar al otro carril siempre y cuando las condiciones lo permitan o punteada para indicar la transición entre la línea segmentada y continua.

Las líneas continuas y segmentadas tendrán un ancho de 0.10m. y las líneas punteadas tendrán un ancho de 0.20 m.

En la Avenida Ignacia Schaeffer esta línea deberá colocarse a lo largo de las calzadas derecha e izquierda y en aquellas calles que la intersectan cuyo flujo vehicular se permita en una sola dirección.

4.2.3.1.3. Línea Central. La Av. Ignacia Schaeffer y las diferentes calles que la intersectan carecen de la línea central.

Esta sirve para separar carriles cuya circulación se da en ambas direcciones, será de color amarillo y segmentada cuando se permita pasar al otro carril para adelantamiento y continua cuando sea prohibido adelantar.

Las líneas continuas y segmentadas tendrán un ancho de 0.10m. y las líneas punteadas tendrán un ancho de 0.20 m.

En la Av. Ignacia Schaeffer esta línea deberá colocarse a lo largo de la calzada central y en las calles que la intersectan cuyo flujo vehicular este permitido en ambas direcciones.

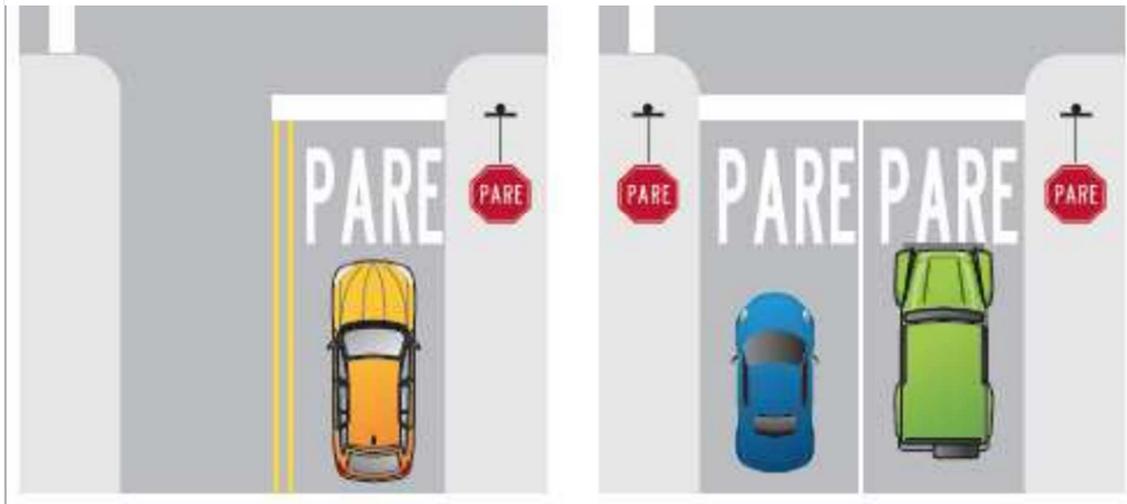
4.2.3.1.4. Línea de Pare. En Av. Ignacia Schaeffer y en las calles que la intersectan no existe línea de pare.

Es una línea perpendicular a la superficie de rodadura e indican que el vehículo debe detenerse debido a que existe un pase peatonal.

Será una línea de color blanco continua de 0.50 m. de ancho y se colocará a 1.00 m. antes del pase peatonal, además se colocará la señal vertical de "pare" (R-1) como se muestra a continuación.

Figura 44

Ejemplo de demarcación de línea de pare y colocación de la señal vertical (R -1)



Adaptado de “Ejemplos de Demarcación de Líneas de Pare” (p. 271) por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

4.2.3.1.5. Línea de Cruce Peatonal. En la Av. Ignacia Schaeffer y las calles que la intersectan no existe demarcación de líneas de cruce peatonal.

Las líneas destinadas al cruce de peatones son paralelas a la calzada y perpendiculares a la línea de “pare”, su función es indicar el cruce de peatones.

Estas líneas deberán tener un ancho de 0.50 m. y 5.00 m. de largo, y la separación de 0.50 m. Además, deben complementarse con la línea de “pare” antes mencionada a una separación de 1.00 m. como se muestra a continuación.

Figura 45
Ejemplo de demarcación de línea de cruce peatonal.



Adaptado de “Ejemplos de Demarcación de Línea de Cruce Peatonal” (p. 273) por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

4.2.3.1.6. Demarcación para zonas de estacionamiento. En la Av. Ignacia Schaeffer no existe dicha demarcación.

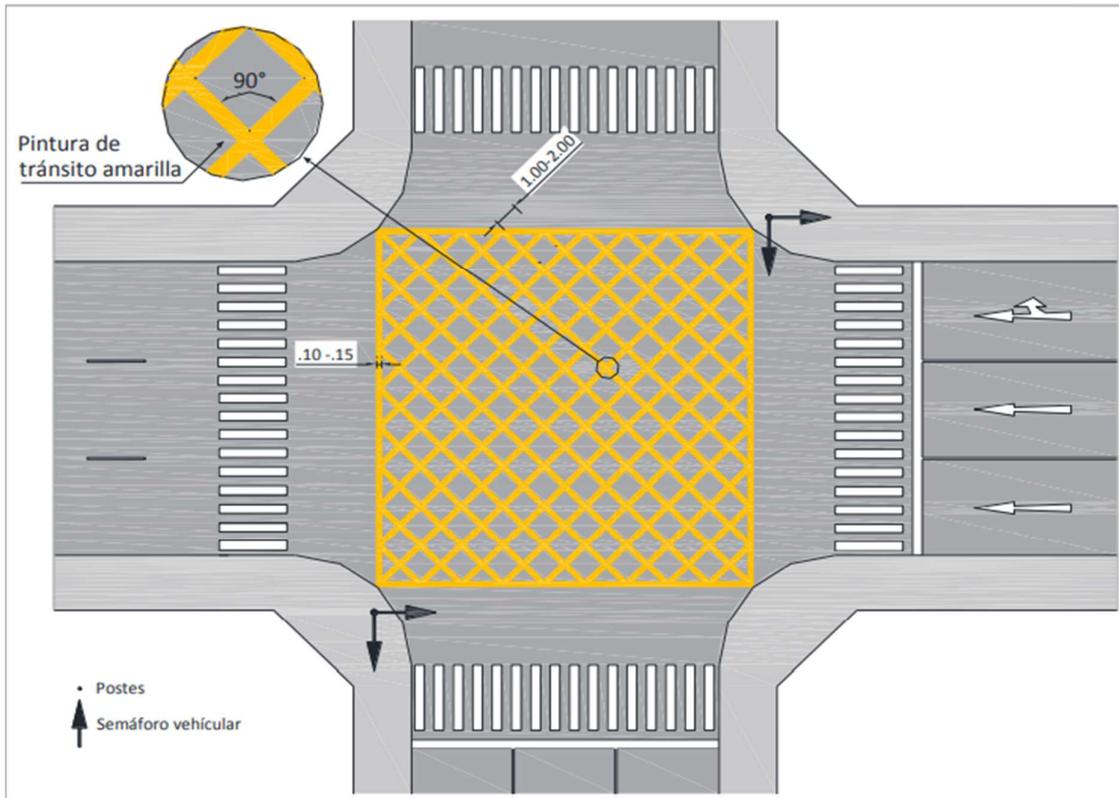
Son líneas de color blanco, continuas de 0.10 m. de espesor que se colocan paralelas a los espacios destinados al estacionamiento de vehículos.

4.2.3.1.7. Demarcación de no bloquear cruce con intersecciones. En las intersecciones de la Av. Ignacia Schaeffer no existe esta demarcación, poniendo en riesgo la seguridad de los conductores.

Son líneas de color amarillo que forman una malla octogonal y su función es prohibir que los vehículos se detengan en esta área de intersección.

Estas líneas tendrán 0.15 m. de ancho y un espaciamiento de 1.50 m. y serán colocadas como se muestra en la siguiente figura y deberán ser acompañadas con la señal vertical (R-53) “No Bloquear Cruce”

Figura 46
Ejemplo de demarcación en intersecciones.



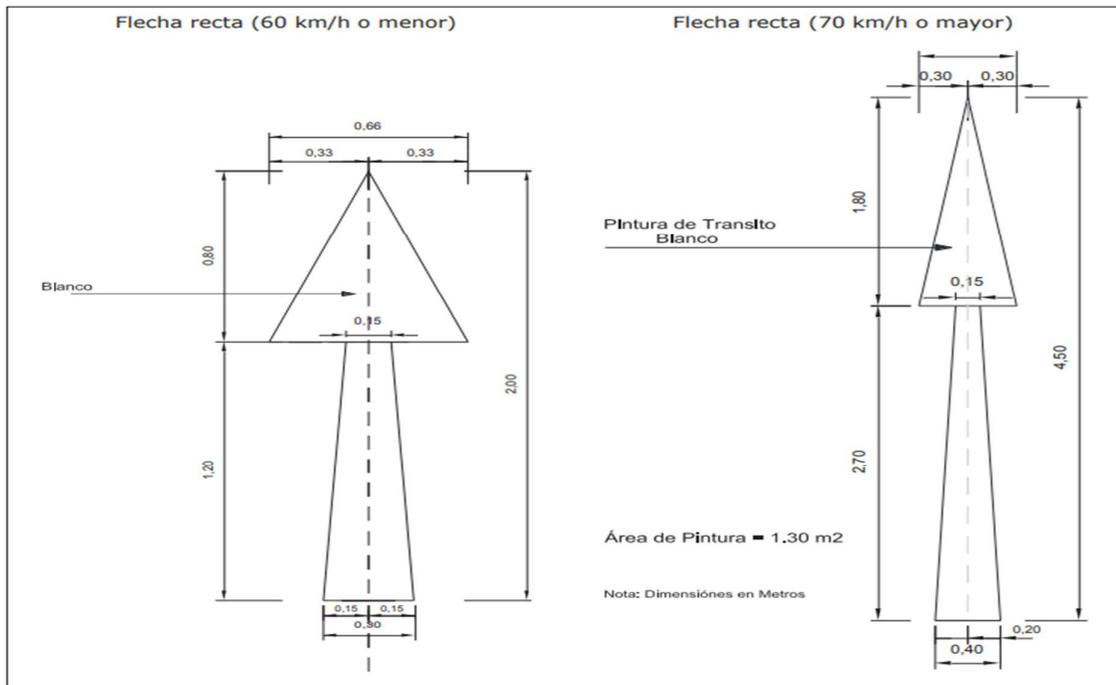
Adaptado de “Ejemplos de Demarcación de no bloquear Intersecciones, con dimensiones en metros (m.)” (p. 278) por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras

4.2.3.1.8. Flecha de Rectas y de Giro. En la Av. Ignacia Schaeffer no existe flechas rectas o que indiquen giro.

En cada una de las intersecciones deben colocarse flechas rectas, de giro a la derecha o de giro a la izquierda, la primera flecha se colocará a 2.00 m. de la línea de pare y será precedida por una segunda flecha ubicada a 15.00 m. de distancia de la primera

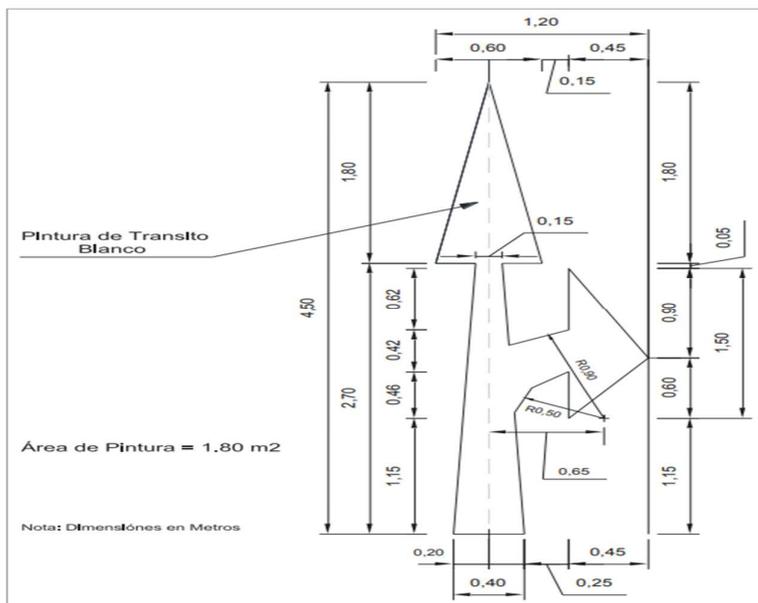
A continuación, en la figura N°57 se muestra las dimensiones para colocar las flechas rectas y de giro a lo largo de la Av. Ignacia Schaeffer y las Calles que la intersecan.

Figura 47
Dimensiones para flecha recta.



Adaptado de “*Dimensiones de Flecha Recta*”, (p. 302) por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras

Figura 48
Dimensiones de combinación de flecha recta y de giro.



Adaptado de “*Dimensiones de Flecha Recta y de Giro*”, (p. 305) por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras

Figura 50
Av. Ignacia Schaeffer



(Castillo y Olaya, 2020) Av. Ignacia Schaeffer

Su ubicación será en el lado derecho de la vía dentro del cono de atención del usuario, la distancia desde la señal al borde de la calzada será como mínimo 0.60m.

4.2.3.2.1. Señal de Pare (R-1). La Av. Ignacia Schaeffer y las diferentes calles que la intersectan carecen de este tipo de señales verticales.

La señal (R-1) indica que el vehículo debe detenerse antes de cruzar una intersección

4.2.3.2.2. Señal de Prohibido entrar a la izquierda (R-6). En las diferentes intersecciones de la Av. Ignacia Schaeffer no está permitido ingresar a la izquierda, sin embargo, no existen señales que prohíban entrar a la izquierda.

4.2.3.2.3. Señal de Prohibición de Paso por Clase de Vehículo. En la Av. Ignacia Schaeffer, la calzada central está destinada solo a la circulación de vehículos pesados y tanto la calzada derecha e izquierda están destinadas al tránsito de vehículos livianos, sin embargo, no se observa señales de tránsito que prohíban este paso a los diferentes vehículos.

Se deberá colocar la señal (R – 19), la señal y la (R -25C) en los carriles derecho e izquierdo para prohibir el paso de vehículos pesados y la señal (R – 45) en el carril central para prohibir el paso de vehículos de 3 ruedas

4.2.3.2.4. Señal de Prohibido Estacionar (R – 27). El estacionamiento de vehículos en zonas no permitidas disminuye el nivel de servicio de la vía, por ende, deberá colocarse esta señal para prohibir el estacionamiento de vehículos.

4.2.3.2.5. Señal de Circulación en Ambos sentidos (R – 11). En la Av. Ignacia Schaeffer, la calzada central está destinada para la circulación de vehículos en ambos sentidos, por ende, se deberá colocar esta señal, ya que como se observa en la siguiente figura, este dispositivo no ha sido colocado.

4.2.3.2.6. Señal de Giro solamente a la Derecha (R – 7). En la Av. Ignacia Schaeffer, existen intersecciones en las que solamente está permitido el giro a la derecha, sin embargo, esta señal no ha sido colocada.

4.2.3.2.7. Señal de Intersección en T (P – 7). La intersección de la Av. Ignacia Schaeffer con la Calle Arambulú Santín es una intersección en “T”, razón por la cual debe colocarse esta señal.

4.2.3.2.8. Señal de Proximidad de Cruce Peatonal (P – 48). Esta señal es de suma importancia, para prevenir a los conductores que están próximos a un pase peatonal, sin embargo, esta no ha sido colocada en la Av. Ignacia Schaeffer y las diversas calles que la intersectan, poniendo en riesgo la seguridad de los peatones

4.2.3.2.9. Señal de Zona Escolar (P – 49). Esta señal es de suma importancia ya que en el Distrito de Tambogrande existen diversos colegios, los cuales se encuentran aledaños a la Av. Ignacia Schaeffer, sin embargo, existen zonas en las cuales esta señal no ha sido colocada.

4.2.3.2.10. Señal de Proximidad de Semáforos (P – 55). En la Av. Ignacia Schaeffer, existen tres intersecciones semaforizadas: Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos, Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes e Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín; la proximidad a estas intersecciones debe estar señalizada con este dispositivo de control de tránsito.

Esta señal se colocará 200 m. antes de la intersección semaforizada.

4.2.4. Propuesta de Colocación de paraderos al largo de la Av. Ignacia Schaeffer.

A lo largo de la Av. Ignacia Schaeffer no existen zonas destinadas a la bajada y subida de pasajeros, los cuales según el Texto Único Ordenado del Reglamento Nacional de Tránsito (2009) deberán colocarse en el carril derecho de la vía y en sentido de la circulación, a una distancia máxima de 0.20 m. del borde de la calzada. De preferencia serán ubicados al inicio de la cuadra o a 5m. antes de la intersección para no generar tráfico, Además, que el paradero no debe impedir la visualización de los semáforos, la señalización y los mismos automóviles. A continuación, algunos apartados en tener en cuenta

La colocación de paraderos a lo largo de esta vía brindará seguridad y calidad de servicio a los patones, además aumentará el nivel de servicio de la vía, ya que los vehículos destinados al transporte público solo se detendrán en estas zonas para la carga y descarga de pasajeros.

Para la colocación de paraderos, se propone tomar en cuenta la mínima pendiente para que una persona con silla de ruedas pueda desplazarse sin problema alguno.

4.3. Docimasia de hipótesis

La propuesta de mejora de la transitabilidad vehicular y peatonal permitió optimizar la capacidad vial y nivel de servicio de la Av. Ignacia Schaeffer del distrito de Tambogrande – Piura – Piura

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Características Geométricas de las Intersecciones

Se han evaluado las 3 intersecciones semaforizadas que se encuentran a lo largo de la Av. Ignacia Schaeffer, en la que se ha podido observar que al inicio de esta avenida se cuenta con dos calzadas, luego pasando la calle Catacaos se incrementa a 3 calzadas, para finalmente después de la Calle Arambulú Santín reducirse a dos calzadas nuevamente.

Tabla 51
Características de los accesos a la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos

Accesos	Nº de calzadas	Nº de carriles por calzada	Ancho de carril calzada derecha	Ancho de carril calzada central	Ancho de carril calzada izquierda
Av. Ignacia Schaeffer antes de Calle Catacaos	2	2	3.00 m.	---	3.00 m.
Calle Catacaos	1	2	3.00 m.	---	3.00 m.
Av. Ignacia Schaeffer después de Calle Catacaos	2	3	3.00 m.	3.70 m.	3.00 m.

(Castillo y Olaya, 2020) Características de accesos a la intersección.

Tabla 52
Características de los accesos a la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes

Accesos	Nº de calzadas	Nº de carriles por calzada	Ancho de carril calzada derecha	Ancho de carril calzada central	Ancho de carril calzada izquierda
Av. Ignacia Schaeffer	3	2	3.00 m.	3.70 m.	3.00 m.
Calle 9 de Noviembre	1	2	4.30 m.	---	4.30 m.
Calle Frías	1	2	3.00 m.	---	3.00 m.
Calle Tumbes	1	2	3.60 m.	---	3.60 m.

(Castillo y Olaya, 2020) Características de accesos a la intersección.

Tabla 53*Características de los accesos a la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín*

Accesos	Nº de calzadas	Nº de carriles por calzada	Ancho de carril calzada derecha	Ancho de carril calzada central	Ancho de carril calzada izquierda
Av. Ignacia Schaeffer antes de Calle Arambulú Santín	3	2	3.00 m.	3.70	3.00 m.
Calle Arambulú Santín	2	2	3.60 m.	---	3.60 m.
Av. Ignacia Schaeffer después de Calle Arambulú Santín	2	3	3.00 m.	---	3.00 m.

(Castillo y Olaya, 2020) Características de accesos a la intersección.

5.2. Características del Tráfico

En cada una de las intersecciones, se determinó el factor de hora punta, en las que se obtuvieron los siguientes resultados.

Para la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos se obtuvo un factor de hora de máxima demanda de 0.89, para la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes se obtuvo un factor de hora de máxima demanda de 0.96 y en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín se obtuvo un factor de hora de máxima demanda de 0.81.

Para poder obtener dichos valores, fue necesario determinar el flujo vehicular cada 15 minutos durante una hora de máxima intensidad.

En la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos circulan 281veh/15min. y 996 veh/hora; en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes circulan 235 veh/15min. y 905 veh/hora; en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con calle Arambulú Santín circulan 518 veh/15min. y 1671 veh/hora.

5.3. Composición del Flujo Vehicular.

A partir del diagnóstico de la composición y flujo vehicular de las diferentes intersecciones de la Avenida Ignacia Shaeffer. Tales como la Ignacia Shaeffer con la Calle Catacaos; con la Calle Frias, Calle 9 de Noviembre y Calle Tumbes; con la Calle Arambulu Santin respectivamente.

El día y las horas pico de máxima demanda de vehículos son martes y miércoles en la mañana, exactamente de 11:00 a.m. a 12:00 p.m. Teniendo en cuenta que el mayor flujo de vehículos se da en días laborables entre lunes y viernes, es decir, el flujo de vehículos con más tiempo de entrada y salida. En todas las intersecciones, el principal tipo de vehículos son las mototaxis, que en la mayoría de los casos oscila entre el 63% y el 72% del número total de vehículos, seguidos de las motos lineales que oscila entre 11-12% del número total de vehículos y camionetas pick up que oscilan entre 2-6%. Al unir estos tipos de vehículos en la misma vía se generará congestión vehicular.

Deduciéndose que el flujo de la Avenida Ignacia Shaeffer está compuesto principalmente por vehículos tipo L1 (motos lineales), L2 (mototaxis) y M1 (camionetas pick up).

Además, se puede observar que el comportamiento del flujo vehicular en las intersecciones de la Avenida Ignacia Shaeffer con la Calle Catacaos, Calle Frias y Calle Arambulu Santin donde se contabilizaron 996 vehículos/hora, 905 vehículos/hora y 1671 vehículos/hora respectivamente.

5.4. Nivel de Servicio Vehicular

La Avenida Ignacia Shaeffer consta de 3 calzadas y 2 calzadas en algunos tramos, con carriles en diferentes o iguales direcciones de tráfico. La intersección que se presentan a lo largo de su sección transversal es de tipo CRUZ (+) y tipo T (T) y las carreteras que se cruzan con ellas son en ambos sentidos, pero también en un sentido. Para evaluar el nivel de servicio, se determinan los canales de acceso de vehículos, el flujo de tráfico y los tipos de giro.

Luego del procesamiento de los datos, es posible verificar que las diferentes intersecciones de la Avenida Ignacia Shaeffer presentan niveles de servicio como NSC, NSB, NSD, el cual se caracteriza por demoras en los viajes, colas de vehículos y congestión de tránsito. En la intersección más crítica, el retraso en la conducción diagnosticado durante la demanda máxima de vehículos es 28.21 segundos.

El Manual de Capacidad de Carreteras se puede utilizar como indicador del nivel de servicio del flujo de vehículos, sin embargo, existen otros factores que influyen en el nivel de servicio de una vía puesto que ellos condicionan el flujo vehicular, entre sí el ancho de calzada, la calidad de la superficie de rodadura, la pendiente, etc. En las vías estudiadas, se observó que la superficie de rodadura de la acera se encontraba sin señalización horizontal por el flujo continuo del tráfico y sin señalización vertical por obra de los pobladores y La Municipalidad de dicho distrito, lo que tendría un impacto negativo en la calidad de los servicios de circulación de vehículos.

5.5. Análisis de la transitabilidad peatonal

Como ya se ha descrito, la Av. Ignacia Schaeffer y las diferentes calles que la intersectan, presentan un déficit alto con respecto a la señalización vertical y horizontal, paraderos de buses; lo cual afecta a los peatones que transitan esta vía.

Al no existir la señal de “pase peatonal”, los transeúntes emplean cualquier área para cruzar la vía, poniendo en riesgo su seguridad, en lo que refiere a la señal de “zona escolar”, tampoco ha sido colocada a lo largo de esta avenida, pese a existir colegios aledaños, lo cual es altamente riesgoso por la presencia de estudiantes a la hora de entrada y salida de las escuelas.

Tampoco existe la presencia de paraderos para la bajada y subida de pasajeros, razón por la cual, los buses se detienen en cualquier área no reglamentaria, poniendo en riesgo a los pasajeros, incluso a los otros vehículos que transitan por esta vía.

CONCLUSIONES

Respecto al estudio de tráfico y resultados obtenidos, se concluye que la intersección con demanda vehicular más desfavorable es la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín, presentando un volumen máximo de 12 189 vehículos mixtos por día, precedido de la Intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos, presentando un volumen máximo de 8067 vehículos mixtos por día, finalmente la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes con un volumen máximo de 7758 vehículos mixtos por día.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye que, respecto a los volúmenes de tránsito, éste se mantiene durante los 6 días de la semana y presentan el factor de hora de máxima demanda entre las 11:00 a.m. – 12:00m. de los días intermedios de la semana (martes y miércoles), las horas donde se presenta el menor flujo vehicular es entre 1:00 p.m. – 2:00 p.m.

Se concluye, según los datos obtenidos en el conteo vehicular realizados en la Av. Ignacia Schaeffer y las diferentes calles que la intersectan, que la gran mayoría de vehículos que circulan son mototaxis, superando el 70% sobre otros vehículos en las diferentes intersecciones.

Se concluye que, si se reduce de manera leve la duración de los ciclos semaforicos, el nivel de servicio de las 3 intersecciones semaforizadas aumentaría generando mayor fluidez y comodidad al momento de transitar por esta avenida.

Referente al nivel de servicio, se concluye que las intersecciones Av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos; Av. Ignacia Schaeffer con Calle 9 de Noviembre, Calle Frías y Calle Tumbes; Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín, presentan un nivel de servicio de NSC, NSB, NSD respectivamente.

Se concluye que el problema más crítico en la Av. Ignacia Schaeffer es la falta de señalización vertical y horizontal, lo que causa desorden e inseguridad al momento de transitar por la vía, tanto vehículos como peatones.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un estudio a futuro sobre el nivel de servicio actual y capacidad vehicular de las Avenidas y calles principales de la ciudad de Tambogrande, para tener un diagnóstico total que permitirá el mejoramiento de la vía.

Se recomienda implementar paraderos autorizados y puentes peatonales en la Avenida Ignacia Shaeffer antes de llegar al óvalo El Campesino, por los órganos competentes relacionados al transporte de Tambogrande para obtener una mejor calidad de servicio vehicular y peatonal.

Para una mejor seguridad vial, los ingenieros deben estar capacitados para un buen diseño de transporte urbano, donde la infraestructura vial tenga una señalización clara y un tiempo semafórico óptimo. Junto a las entidades públicas del Perú pueda ver una comunicación con los pobladores y realizar el mejor plan vial

Para poder buscar una solución a la congestión vehicular sea por señalización, imprudencia de los conductores, entre otros. Debe haber un control de tráfico por los policías de tránsito si es necesario. Aparte de que se recalcule el tiempo semafórico cada cierto tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bañon, B. y Beviá G. (2000). Manual de Carreteras. Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A. <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/1787>

Chávez, V. (2005). El Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas. VCHI S.A.

Decreto Supremo N° 058-2003-MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones). Aprueban el Reglamento Nacional de Vehículos. 10 de octubre del 2003.

Decreto Supremo N° 017-2007-MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones). Reglamento de Jerarquización Vial. 29 de mayo de 2007.

R.M. N 210-2000-MTC/15.02 (Manual de dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles Y Carreteras). Señales verticales. 3 de mayo del año 2000.

N°16-2016-MTC/14(Ministerio de Transportes y comunicaciones). Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para calles y carreteras .31 de mayo del 2016.

Gómez Johnson, R. (2004). *Texto Guía Ingeniería de Tráfico*. Universidad Mayor de San Simón.

Decreto Supremo N° 016-2009-MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones). Aprueban Texto Único Ordenado del Reglamento Nacional de Tránsito - Código de Tránsito.20 de julio de 2009.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2006). *Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial*. Perú

Ley N° 27181 de 2019 (con fuerza de ley). Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre. 5 de abril de 2019. Diario Oficial del Bicentenario El Peruano N° 1406.

Cal, R. M. y Cárdenas, J. (2007). *Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y Aplicaciones*. (8.ª ed.). México: Alfaomega.

Gavilanes, C. (2013). *Diseñar una propuesta de señalización vial horizontal y vertical para el centro de la ciudad de Latacunga* (tesis de pregrado Universidad San Francisco de Quito, Ecuador). <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2454/1/106795.pdf>

- Méndez, C & Wang, O. (2019). *Estudio y propuesta de mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la Avenida Los Incas en la ciudad de Trujillo – La Libertad* (tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo). <http://repositorio.upao.edu.pe/>
- Castillo, N & Nolasco S. (2019). *Evaluación y optimización de la transitabilidad vehicular y peatonal de la intersección avenidas Mansiche y Pablo Casals, Trujillo – La Libertad* (tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo). <http://repositorio.ucv.edu.pe/>
- Henríquez, U. (2019). *Propuesta de mejora vial en la Intersección de las Avenidas Miguel Grau y Gulman en la ciudad de Piura, Piura* (tesis de Máster, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo). <http://repositorio.upao.edu.pe/>
- Rios, C. (2018). *Modelación del tránsito y propuesta de solución vial a la Av. Cáceres con Infracore Y Synchro 8* (tesis de pregrado, Universidad de Piura, Piura). <https://pirhua.udep.edu.pe/>
- Cereceda, B. y Román C. (2018) *Rediseño geométrico aplicando la canalización de las intersecciones de la Av. Universitaria con la Av. Los Alisos y de la Av. Universitaria con la Av. Naranjal para reducir la congestión vehicular.* (tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima). <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/>

ANEXOS

ANEXO 1: Instrumento de recolección de datos

Figura 51

Plantilla para realizar el conteo vehicular

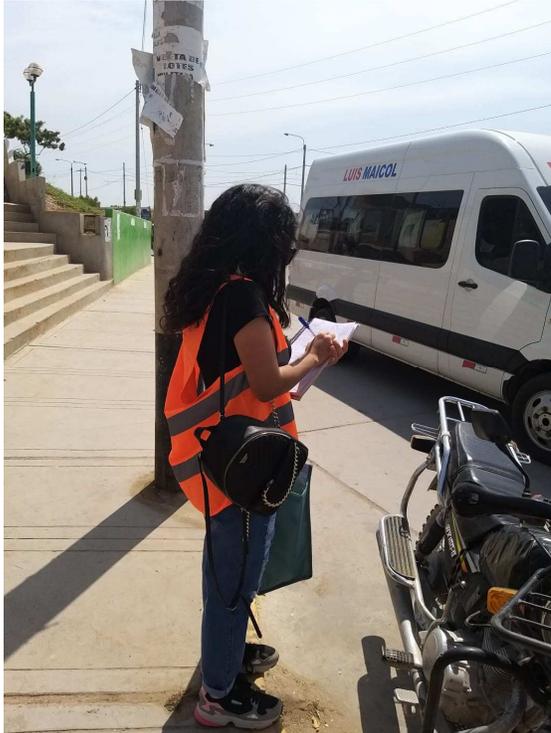
FECHA:		K/MCO:		H/RN:		UBICACIÓN:	
		"Estudio y propuesta de mejora de la transitabilidad vehicular y peatonal en la Av. Ignacia Schaeffer, del Distrito de Tambogrande – Piura – Piura".					
NOMBRE:		↓	↙	↘	↑		
VEHICULOS							
Moto							
Motocicl							
Auto							
Camioneta Pickup							
Camioneta Rural							
Micro							
B1							
B2							
C1							
C2							
C3							
C4							
C5							
C6							
C7							
C8							
C9							
C10							
C11							
C12							
C13							
C14							
C15							
C16							
C17							
C18							
C19							
C20							

(Castillo y Olaya, 2020) Plantilla de toma de datos para aforo vehicular

ANEXO 2: Evidencias de la ejecución de la propuesta.

Figura 52

Conteo vehicular realizado en la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Arambulú Santín



(Castillo y Olaya, 2020) Conteo vehicular

Figura 53

Conteo vehicular realizado en la intersección av. Ignacia Schaeffer con Calle Catacaos



(Castillo y Olaya, 2020) Conteo vehicular

Figura 54
Av. Ignacia Schaeffer sin señalización horizontal ni vertical



(Castillo y Olaya, 2020) Av. Ignacia Schaeffer

Figura 55
Calle Frías sin señalización horizontal ni vertical



(Castillo y Olaya, 2020) Calle Frías

Figura 56
Calle Tumbes sin señalización horizontal ni vertical

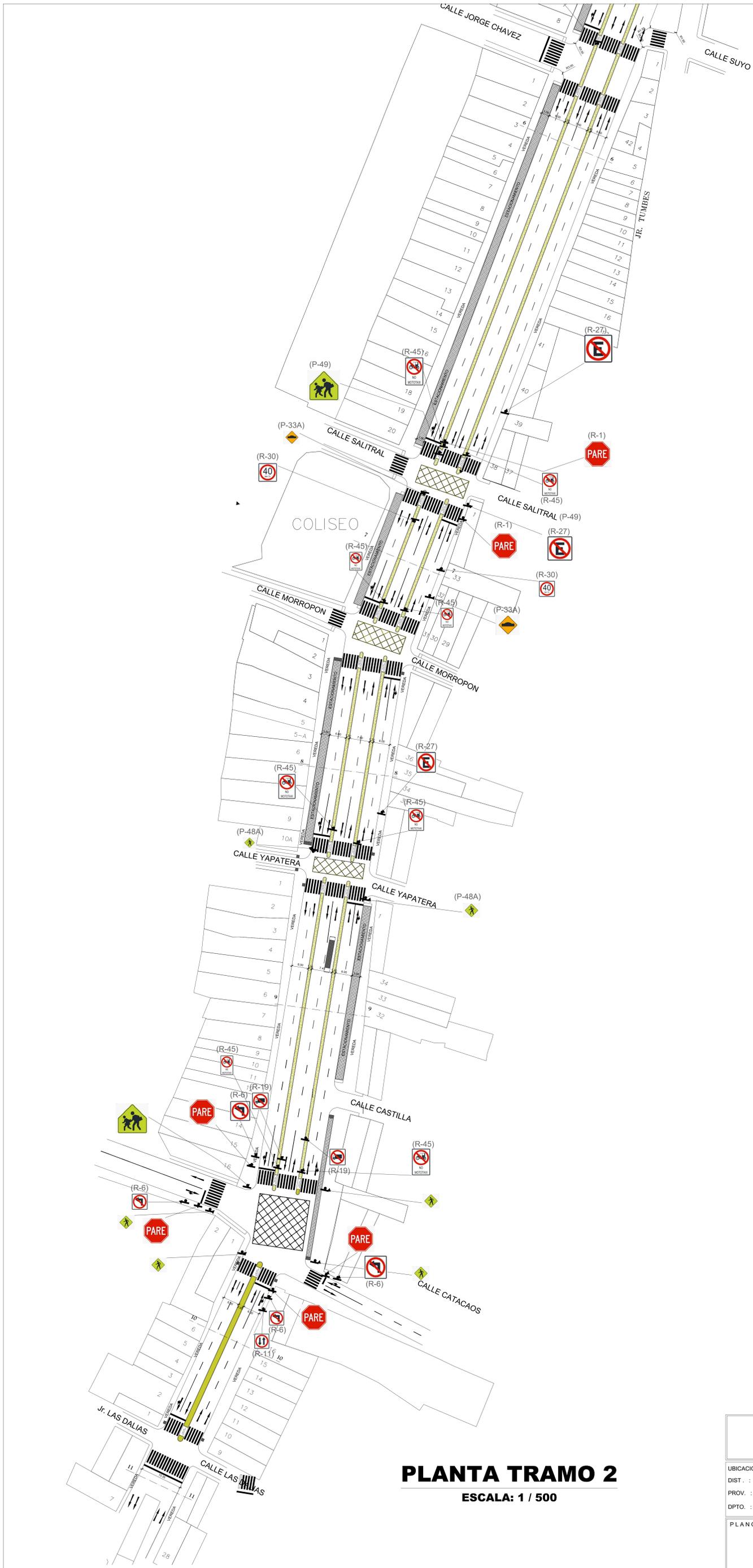


(Castillo y Olaya, 2020) Calle Tumbes

Figura 57
Congestión vehicular en la Av. Ignacia Schaeffer



(Castillo y Olaya, 2020) Calle Tumbes



PLANTA TRAMO 2
 ESCALA: 1 / 500

LEYENDA SEÑALIZACIÓN		
IMAGEN	CODIGO	DESCRIPCION
	(P-2A)	SEÑAL DE PROXIMIDAD DE UNA CURVA HORIZONTAL HACIA LA DERECHA
	(P-1B)	SEÑAL DE PROXIMIDAD DE UNA INTERSECCION ROTATORIA
	(P-33A)	SEÑAL DE PROXIMIDAD REDUCTOR DE VELOCIDAD TIPO RESALTO
	(R-48)	SEÑAL DE POSIBILIDAD DE PEATONES EN LA VIA
	(P-48A)	SEÑAL DE PROXIMIDAD DE CRUCE PEATONAL
	(P-49)	SEÑAL DE PROXIMIDAD DE PRESENCIA DE ESCOLARES EN LA VIA
	(R-1)	ESTA SEÑAL DISPONE QUE EL CONDUCTOR DEBE RETENER COMPLETAMENTE EL VEHICULO
	(R-30)	ESTA SEÑAL ESTABLECE LA VELOCIDAD MAXIMA DE OPERACION EN KILOMETROS POR HORA (km/h)
	(B-4)	SEÑAL DE PARADERO DE BUSES
	(P-55)	SEÑAL DE PROXIMIDAD DE UNA INTERSECCION CONTROLADA POR SEMAFOROS
	(R-6)	SEÑAL QUE PROHIBE EL GIRO A LA IZQUIERDA Y POR TANTO TAMBIEN EL GIRO EN "U"
	(R-19)	SEÑAL QUE PROHIBE LA CIRCULACION DE VEHICULOS DE CAMISA EN EL TRAMO DE VIA QUE SIGUE A LA SEÑAL
	(R-45)	SEÑAL QUE PROHIBE LA CIRCULACION DE VEHICULOS MOTOCICLISTAS Y/O MOTOCICLISTAS
	(R-45A)	SEÑAL QUE PROHIBE EL ESTACIONAMIENTO DE VEHICULOS EN DE TERMINADAS AREAS DE UNA VIA
	(R-27)	ESTA SEÑAL TIENE COMO OBJETIVO proporcionar información para advertir al conductor que se aproxima a un punto de circulación bidireccional sin separador central. Esta señal dispone que el giro vehicular en desplazamiento permitido en uno o más carriles, es en giro a la derecha.
	(R-11)	
	(R-7)	

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO FACULTAD DE INGENIERÍA		
UBICACION: DIST. : TAMBOGRANDE PROV. : PIURA DPTO. : PIURA	PROYECTO : "ESTUDIO Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN LA AV. IGNACIA SCHAEFFER, DEL DISTRITO DE TAMBOGRANDE - PIURA - PIURA"	AUTORES: Br. CASTILLO CHU CÉSAR GUSTAVO Br. OLAYA RÍOFRÍO YADIRA DE LOS MILAGROS
PLANO: SEÑALIZACIÓN	ESCALA: INDICADA FECHA: NOVIEMBRE - 2020	LAMINA N° : P-01