

“Estudio y Propuesta de Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular y Peatonal de la Avenida Los Incas en la Ciudad de Trujillo – La Libertad”.

Jurado Evaluador

Presidente

ING. HENRÍQUEZ ULLOA, PAUL

CIP: 118101

Secretario:

ING. VELÁSQUEZ DÍAZ, GILBERTO

CIP: 29040

Vocal

ING. SAGÁSTEGUI PLASENCIA, FIDEL

CIP: 32720

Asesor

ING. RODRÍGUEZ RAMOS, MAMERTO

CIP: 3689

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“ESTUDIO Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA
TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA AVENIDA
LOS INCAS EN LA CIUDAD DE TRUJILLO – LA LIBERTAD”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTES

AUTORES:

BR. MÉNDEZ CRUZ JUAN PEDRO

BR. WANG OROPEZA MARIO CÉSAR JEANPOUL

ASESOR:

ING. RODRÍGUEZ RAMOS MAMERTO

TRUJILLO - 2019

PERÚ

DEDICATORIA

A mis padres Marcos y Flor quienes me apoyaron incondicionalmente en toda mi formación profesional, porque siempre confiaron en mí y me dieron ejemplo de superación, humildad y sacrificio.

A mis hermanos David y Felipe quienes son mi motivación para superarme cada día y hacer las cosas correctas.

A mi abuela María Luisa y familiares, quienes me apoyaron constantemente y me dieron ánimos para seguir adelante y nunca rendirme.

MÉNDEZ CRUZ JUAN PEDRO

DEDICATORIA

Agradezco en primer lugar a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para cumplir uno de mis deseos más queridos.

A mis padres Cesar y Jessica por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años gracias a ustedes he llegado hasta aquí. Ha sido un privilegio ser su hijo.

A mi hermano Bruno y abuela Ydalia quienes son mi motivación para superarme cada día y hacer las cosas correctas.

A mis familiares y enamorada quienes me apoyaron en todo este proceso e con sus consejos y ánimos para no rendirme nunca y seguir adelante.

WANG OROPEZA MARIO CESAR JEANPOUL

RESUMEN

El parque automotor y la población van creciendo año tras año, debido a esto los estudios hechos se van haciendo antiguos e imprecisos para el diseño de nuevos proyectos viales que puedan satisfacer la necesidad de la población. Por este motivo nace la necesidad de realizar el presente proyecto de tesis que tiene como objetivo realizar un diagnóstico del tránsito y brindar propuestas de mejoramiento al problema de transitabilidad vehicular y peatonal en las intersecciones semaforizadas a lo largo del Avenida Los Incas en la ciudad de Trujillo.

El presente estudio se desarrolló mediante la metodología dada en el Manual de Capacidad de Carreteras. En el cual se determinaron datos como, la mayor intensidad vehicular y peatonal en las horas puntas, los tipos de vehículos que circulan, anchos de las vías, la distribución semafórica, niveles de servicio y capacidad.

Los resultados demuestran que existe demoras en los viajes vehiculares entre 1 a 2 minutos para pasar cada intersección semaforizada en la Avenida Los Incas. Generando 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.

Se concluyó en que todas las intersecciones semaforizadas a lo largo de la Avenida Los Incas, tienen el Nivel de Servicio Vehicular F, el cual se considera como el nivel más bajo, debido a que existe un gran desequilibrio entre la oferta y demanda de transporte. Y el Nivel de Servicio Peatonal oscila entre el B y E, el cual es considerado como un nivel regular-bajo.

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

ABSTRACT

The car park and the population are growing year after year, due to this the studies done are becoming old and imprecise for the design of new road projects that can satisfy the population's need. For this reason, the need arose to carry out the present thesis project that aims to make a diagnosis of traffic and provide proposals for improvement to the problem of traffic and pedestrian traffic at the intersections signalized along the Avenue Los Incas in the Trujillo City.

The present study was developed using the methodology given in the High Way Capacity Manual. In which were determined data such as, the greater vehicular and pedestrian intensity at peak hours, the types of vehicles that circulate, the width of the roads, the traffic light distribution, service levels and capacity.

The results show that there are delays in vehicular travel between 1 to 2 minutes to pass each traffic light intersection on Avenue Los Incas. Generating congestion problems. In addition, the lack of vertical and horizontal signage, the excessive informal commerce that invades and limits the road infrastructure, makes Los Incas Avenue provide a terrible quality of service for the population.

It was concluded that all the traffic lights intersected along the Los Incas Avenue, have the Vehicle Service Level F, which is considered the lowest level, because there is a great imbalance between the supply and demand of transport. And the Pedestrian Service Level oscillates between B and E, which is considered a regular-low level.

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

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.3. OBJETIVOS	13
1.3.1. Objetivo General	13
1.3.2. Objetivos Específicos.....	13
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	14
II. MARCO DE REFERENCIA	15
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	15
2.2. MARCO TEÓRICO	17
2.3. MARCO CONCEPTUAL	55
2.4. HIPÓTESIS.....	57
2.4.1. Hipótesis General	57
2.5. VARIABLES	57
2.5.1. Variable Independiente	57
2.5.2. Variable Dependiente	57
2.5.3. Operacionalización de las Variables.....	57
III. METODOLOGÍA.....	59
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	59
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	59
3.2.1. Población	59
3.2.2. Muestra.....	59
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	59
3.3.1 Técnicas.....	59
3.3.2. Instrumentos	60
3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	60
3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	60
IV. RESULTADOS.....	62
4.1. ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.....	62
4.1.1. Ubicación del Proyecto	62
4.1.2. Procedimientos	63
4.1.3. Análisis Vehicular.....	63
4.1.4. Análisis Peatonal	64
4.1.5. Intersección Semaforizada Avenida Los Incas y Avenida Moche	64

4.1.6. Intersección SemafORIZADA Avenida Los Incas y Calle Túpac Yupanqui.....	81
4.1.7. Intersección SemafORIZADA Avenida Los Incas y Calle Huayna Cápac	98
4.1.8. Intersección SemafORIZADA Avenida Los Incas y Calle Atahualpa .	116
4.1.9. Intersección SemafORIZADA Avenida Los Incas y Calle Francisco De Zela.....	134
4.2. PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO	151
4.2.1. Propuestas de Mejoramiento al Nivel de Servicio Vehicular y Peatonal.	151
4.2.1.1. Distribución Semafórica	151
4.2.1.2. Regulación de Rutas de Transporte Público.....	155
4.2.1.3. Carriles y Vías dedicadas al Transporte Público.....	156
4.2.1.4. Control del Estacionamiento	157
4.2.1.5. Uso de Transporte Masivo.....	158
4.2.1.6. Restricción Vehicular	159
4.2.1.7. Señalización Vertical y Horizontal.....	160
4.2.1.8. Pasos Peatonales Elevados	162
4.2.1.9. Ampliación de Veredas	163
4.2.1.10. Prohibición de Comercio Ambulatorio y Policías de Tránsito....	165
V. DISCUSION DE RESULTADOS	167
5.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR	167
5.1.1. Características de las Vías.	167
5.1.2. Composición y Flujo Vehicular.....	167
5.1.3. Características del Tráfico	168
5.1.4. Nivel de Servicio Vehicular	169
5.2. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO PEATONAL.....	170
5.2.1. Características Geométricas de la vía peatonal.....	170
5.2.2. Características del Tránsito Peatonal	170
5.2.3. Nivel de Servicio Peatonal	171
CONCLUSIONES.....	173
RECOMENDACIONES	175
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	176
ANEXOS	177

INDICE DE IMÁGENES

Figura 1. Vehículo de la categoría L5	18
Figura 2. Automóvil, servicio de taxi, pertenecen a vehículos de la categoría M1.	18
Figura 3. Ómnibus, microbús y minibús, vehículos de la categoría M2 y M3	19
Figura 4. Camiones y cisternas, vehículos de la categoría N1, N2 y N3	20
Figura 5. Remolques, vehículos de la categoría O1, O2 y O3	21
Figura 6. Vía urbana con intersecciones.	24
Figura 7. Tipos de movimientos en una intersección.	26
Figura 8. Elementos de partida para el cálculo de pasos peatonales	48
Figura 9. Posibles movimientos en una esquina	49
Figura 10. Estados de la esquina en un ciclo semafórico	50
Figura 11. Características geométricas de una esquina	51
Figura 12. Mapa de la Ciudad de Trujillo	62
Figura 13. Mapa de ubicación de la Av. Los Incas	62
Figura 14. Mapa de ubicación de la Intersección Av. Los Incas y Av. Moche	64
Figura 15. Intersección Av. Los Incas y Av. Moche	66
Figura 16 Mapa de ubicación de esquina de la intersección Av. Los Incas y Av. Moche	78
Figura 17 Mapa de ubicación de la Intersección Av. Los Incas y Calle Túpac Yupanqui	81
Figura 18. Figura: Intersección Calle Túpac Yupanqui y Av. Los Incas.	82
Figura 19 Mapa de ubicación de esquina de la intersección Av. Los Incas y Calle Túpac Yupanqui	95
Figura 20. Mapa de ubicación de la Intersección Av. Los Incas y Calle Huayna Cápac	98
Figura 21. Intersección Calle Huayna Capac y Av.Incas.	99
Figura 22. Mapa de ubicación de esquina de la intersección Av. Los Incas y Calle Huayna Cápac	113
Figura 23. Mapa de ubicación de la Intersección Av. Los Incas y Calle Atahualpa	116
Figura 24. Intersección Calle Atahualpa y Av. Los Incas	117
Figura 25. Mapa de ubicación de esquina de la intersección Av. Los Incas y Calle Atahualpa	131
Figura 26. Mapa de ubicación de la Intersección Av. Los Incas y Calle Francisco de Zela	134
Figura 27. Intersección Calle Francisco de Zela y Av.Incas.	135
Figura 28. Mapa de ubicación de esquina de la intersección Av. Los Incas y Calle Francisco de Zela	148
Figura 29. Ciclo semafórico Av. Moche – Av. Los Incas	151
Figura 30. Ciclo semafórico Ca. Túpac Yupanqui – Av. Los Incas	152

Figura 31. Ciclo semafórico Ca. Huayna Capac – Av. Los Incas	153
Figura 32. Ciclo semafórico Ca. Atahualpa – Av. Los Incas	153
Figura 33 Ciclo semafórico Ca. Francisco de Zela – Av. Los Incas	154
Figura 34. Tránsito de diferentes tipos de vehículo como Combis y Micros en la misma ruta.	155
Figura 35. Tipos de Carril “SOLO BUS”	156
Figura 36. Figura de un Carril destinado a solo la circulación de Buses	157
Figura 37. Vehículos estacionados en el Ca. Atahualpa	158
Figura 38. Modelo de Transporte Masivo	159
Figura 39. Restricción Vehicular en la ciudad Copiapó	160
Figura 40. Correcta demarcación de líneas de carril y pasos peatonales	161
Figura 41. Demarcación de malla octogonal de no bloquear intersecciones	161
Figura 42. Señal de No Bloquear Cruce (R-53)	162
Figura 43. Figura Medidas estándares para un paso peatonal elevado	163
Figura 44. Estado actual y propuesta de las veredas de la calle Túpac Yupanqui	163
Figura 45. Estado actual y propuesta de las veredas de la calle Huayna Cápac	164
Figura 46. Estado actual y propuesta de las veredas de la calle Atahualpa	164
Figura 47. Estado actual y propuesta de las veredas de la calle Francisco	165
Figura 48. Presencia de comercio ambulatorio en la intersección obstaculizando el tránsito vehicular y peatonal	166

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de servicio en vías urbanas	29
Tabla 2. Factor de Corrección de Ancho del Carril.	32
Tabla 3. Factor de Corrección del Porcentaje de Vehículos Pesados.	32
Tabla 4. Factor de Corrección del Porcentaje de La Pendiente.	33
Tabla 5. Factor de Corrección del Número de estacionamientos por hora.	33
Tabla 6. Factor de Corrección para el tipo de Zona de Urbana.	34
Tabla 7. Factor de Corrección para el Número de Autobuses que paran por hora.	34
Tabla 8. Factor de Corrección para Giros a la derecha.	35
Tabla 9. Factor de Corrección para Giros a la derecha.	35
Tabla 10. Clasificación del Nivel de Servicio Vehicular	37
Tabla 11. Límites de la Vía Peatonal.	40
Tabla 12. Niveles de Servicio en Vías Peatonales.	41
Tabla 13. Aforos Vehiculares c/ 15 min en la Intersección Av. Los Incas y Av. Moche	66
Tabla 14. Reglaje Semafórico de la Intersección Av. Los Incas y Av. Moche	70
Tabla 15. Datos de la intersección Av. Los Incas y Av. Moche	71
Tabla 16. Giros de la intersección Av. Los Incas y Av. Moche	73
Tabla 17. Giros de la intersección Av. Los Incas y Av. Moche	74
Tabla 18. Capacidad Vehicular de la Int. Av. Los Incas y Av. Moche	75

Tabla 19. Intensidad vehicular de la Int. Av. Los Incas y Av. Moche	75
Tabla 20. Nivel de Servicio Vehicular Int. Av. Los Incas y Av. Moche	77
Tabla 21. Datos para el análisis peatonal de la esquina de la Intersección Av. Los Incas y Av. Moche	79
Tabla 22. Intensidades peatonales de los 15 minutos de mayor flujo de la esquina de la intersección Av. Los Incas y Av. Moche	79
Tabla 23 Análisis del Nivel de Servicio Peatonal HCM en esquina de Intersección Av. Los Incas y Av. Moche	80
Tabla 24. Aforo vehicular c/15 min de la intersección Av. Los Incas y Ca. Túpac Yupanqui	83
Tabla 25. Porcentaje de tipos de vehículos de la Intersección Av. Los Incas y Calle Túpac Yupanqui	85
Tabla 26. Reglaje Semafórico de la Intersección Av. Los Incas y Calle Túpac Yupanqui	87
Tabla 27. Datos de la intersección Av. Los Incas y Ca. Túpac Yupanqui	87
Tabla 28. Giros de la Int. Av. Los Incas y Ca. Túpac Yupanqui.	90
Tabla 29. Giros de la Int. Av. Los Incas y Ca. Túpac Yupanqui	91
Tabla 30. Capacidad Vehicular de la Int. Av. Los Incas y Ca. Túpac Yupanqui	92
Tabla 31. Intensidad vehicular de la Int. Av. Los Incas y Ca. Túpac Yupanqui	92
Tabla 32 Nivel de Servicio Vehicular de la Int. Av. Los Incas y Ca. Túpac Yupanqui	94
Tabla 33 Datos para el análisis peatonal de la esquina de la Intersección Av. Los Incas y Calle Túpac Yupanqui	96
Tabla 34 Intensidades peatonales de los 15 minutos de mayor flujo de la esquina de la intersección Av. Los Incas y Calle Túpac Yupanqui	96
Tabla 35 Análisis del Nivel de Servicio Peatonal HCM en esquina de Intersección Av. Los Incas y Calle Túpac Yupanqui	97
Tabla 36. Aforo Vehicular c/15 min en la Intersección Av. Los Incas y Huayna Capac	100
Tabla 37. Reglaje Semafórico de la Intersección Av. Los Incas y Calle Huayna Cápac	104
Tabla 38. Datos de la Int. Av. Los Incas y Ca. Huayna Capac	105
Tabla 39. Giros de la Int. Av. Los Incas y Ca. Huayna Capac.	108
Tabla 40. Giros de la Int. Av. Los Incas y Ca. Huayna Capac.	108
Tabla 41. Capacidad vehicular de la Int. Av. Los Incas y Ca. Huayna Capac	109
Tabla 42. Intensidad vehicular de la Int. Av. Los Incas y Ca. Huayna Capac.	110
Tabla 43. Nivel de Servicio vehicular de la Int. Av. Los Incas y Ca. Huayna Capac	111
Tabla 44 Datos para el análisis peatonal de la esquina de la Intersección Av. Los Incas y Calle Huayna Cápac	114
Tabla 45. Intensidades peatonales de los 15 minutos de mayor flujo de la esquina de la intersección Av. Los Incas y Calle Huayna Cápac	114
Tabla 46. Análisis del Nivel de Servicio Peatonal HCM en esquina de Intersección Av. Los Incas y Calle Huayna Cápac	115

Tabla 47. Aforo vehicular c/15 min de la Intersección Av. Los Incas y Ca. Atahualpa	118
Tabla 48. Reglaje Semafórico de la Intersección Av. Los Incas y Calle Atahualpa	122
<i>Tabla 49. Datos de la Int. Av. Los Incas y Ca. Atahualpa</i>	122
Tabla 50. Giros de la Int. Av. Los Incas y Ca. Atahualpa	126
Tabla 51	Error! Bookmark not defined.
Tabla 52. Giros de la Int. Av. Los Incas y Ca. Atahualpa	126
Tabla 53. Capacidad Vehiclyar de la Int. Av. Los Incas y Ca. Atahualpa	127
Tabla 54. Intensidad vehicular de la Int. Av. Los Incas y Ca. Atahualpa	128
Tabla 55. Nivel de Servicio vehicular de la Int. Av. Los Incas y Ca. Atahualpa	129
Tabla 56. Datos para el análisis peatonal de la esquina de la Intersección Av. Los Incas y Calle Atahualpa	132
Tabla 57. Intensidades peatonales de los 15 minutos de mayor flujo de la esquina de la intersección Av. Los Incas y Calle Atahualpa	132
Tabla 58. Análisis del Nivel de Servicio Peatonal HCM en esquina de Intersección Av. Los Incas y Calle Atahualpa	133
Tabla 59. Aforo vehicular de la Intersección Av. Los Incas y Ca. Francisco de Zela	136
Tabla 60. Reglaje Semafórico de la Intersección Av. Los Incas y Calle Francisco de Zela	140
Tabla 61. Datos de la Int. Av. Los Incas y Ca. Francisco de Zela	140
Tabla 62 Giros de la Int. Av. Los Incas y Ca. Francisco de Zela.	143
Tabla 63. Giros de la Int. Av. Los Incas y Ca. Francisco de Zela.	144
Tabla 64. Capacidad vehicular de la Int. Av. Los Incas y Ca. Francisco de Zela	145
Tabla 65. Intensidad vehicular de la Int. Av. Los Incas y Ca. Francisco de Zela	145
Tabla 66. Nivel de Servicio vehicular de la Int. Av. Los Incas y Ca. Francisco de Zela	147
Tabla 67. Aforo peatonal de la esquina de la Intersección Av. Los Incas y Calle Francisco de Zela	148
Tabla 68. Datos para el análisis peatonal de la esquina de la Intersección Av. Los Incas y Calle Francisco de Zela	149
Tabla 69. Intensidades peatonales de los 15 minutos de mayor flujo de la esquina de la intersección Av. Los Incas y Calle Francisco de Zela	149
Tabla 70. Análisis del Nivel de Servicio Peatonal HCM en esquina de Intersección Av. Los Incas y Calle Francisco de Zela	150
Tabla 71. Comparación de demora actual y propuesta	152
Tabla 72. Comparación de demora actual y propuesta.	152
Tabla 73. Comparación de demora actual y propuesta	153
Tabla 74. Comparación de demora actual y propuesta	154
Tabla 75. Comparación de demora actual y propuesta	154
Tabla 76. Resumen de datos de las Calles a lo largo de la Av. Los Incas	167

I. INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

Desde el último censo realizado en Perú en el año 2017, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), indica que el crecimiento de la población en el departamento de la Libertad, en los últimos 10 años incrementó en 10%. Dada las cifras que, La Libertad tiene un total de 1'778.080 habitantes.

En los últimos doce meses, periodos entre Agosto 2017-Julio 2018, el Índice Nacional del Flujo Vehicular creció en 5.0%. (INEI 2018).

El crecimiento demográfico debido tanto a la natalidad como la inmigración de personas, trae consigo el crecimiento vehicular y la alta demanda del uso del transporte, el cual tiene un gran impacto en los sistemas viales, problemas de tránsito, estado del transporte. Kraemer C., Pardillo J., Rocci S., Romana M., Sanchez V. y Miguel V. (2003)

Según la entidad Transporte Metropolitano de Trujillo – TMT (2015) La congestión vehicular en la ciudad de Trujillo es generada por el flujo vehicular que pasa por la vía sobrepasa la capacidad de la vía, el estacionamiento de vehículos en zonas no permitidas, la ocupación de la vía por el comercio ambulatorio, el desorden del sistema del transporte público, entre otros factores. Los estudios de tráfico de las Avenidas y Calles de la ciudad de Trujillo, no sólo tienen una antigüedad aproximada de 3 a 6 años, sino que algunas Avenidas y Calles carecen de este estudio. (TMT 2018). Por ello la necesidad de tener información sobre el estudio del Tráfico, Nivel de Servicio y Capacidad tanto como para las vías vehiculares y peatonales de la Avenida de Los Incas, para conseguir una correcta planificación del ordenamiento de transporte, mejoramiento de la vía y gestión del tránsito.

La incorrecta o carente señalización de tránsito y la mala distribución de tiempos de los semáforos, incrementan el riesgo para eventualidades como accidentes de tránsito. En la Avenida Los Incas en la ciudad de Trujillo presenta 4 puntos negros a lo largo de recorrido, esto quiere decir que existe varios tramos de la avenida Los Incas donde se ha producido cinco o más accidentes de tránsito con muertos o heridos por año. Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2015)

En la Avenida de los Incas se puede observar un grave desequilibrio entre la demanda y la oferta, en materia de transporte, no solamente en las horas de mayor demanda, sino a lo largo del día, lo cual genera una congestión vehicular elevada causando demoras en los tiempos de viaje de los usuarios para llegar a sus destinos, contaminación ambiental, contaminación sonora, estrés poblacional y accidentes de tránsito. Todos estos factores hacen que la calidad que ofrece esta vía urbana sea paupérrima. La falta de información sobre estudio de tráfico, el nivel de servicio, capacidad y señalización tanto como para las vías vehiculares y peatonales de la Avenida de Los Incas, hacen que su planificación y mantenimiento, no sea del todo precisas. Por consiguiente, hacen que la situación se agudice cada día más.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿En qué medida la propuesta de mejoramiento de la transitabilidad de la Avenida Los Incas influirá en su capacidad y nivel de servicio, ya que es una de las avenidas más congestionadas de la ciudad de Trujillo?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Realizar el estudio y propuesta de mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la Avenida Los Incas de la Ciudad de Trujillo – La Libertad.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar la problemática existente como la congestión vehicular, la correcta señalización vertical y horizontal y los tiempos semafóricos.
- Realizar el estudio de tránsito vehicular y peatonal para evaluar los principales datos que nos permitirán obtener resultados.
- Analizar el nivel de servicio y capacidad vehicular
- Analizar el nivel de servicio peatonal.
- Dar propuestas de solución para mejorar la transitabilidad tanto vehicular como peatonal.

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Teóricamente se justifica porque el desarrollo del presente Proyecto de Tesis, aplica los conocimientos y procedimientos estudiados en los cursos de Caminos e Ingeniería de Transito, orientándose a resolver la actual problemática que presenta la Avenida Los Incas, 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 Transito.

Metodológicamente se justifica porque su realización se fundamenta en la aplicación del método científico, a través de la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM), la cual tiene conceptos y procedimientos enfocados en el cálculo del nivel y capacidad de servicio de varias estructuras viales. Y su confiabilidad se basa en que el Manual de Capacidad de Carreteras, ha sido utilizado como base para diferentes Manuales de Capacidad y Niveles de Servicio de diferentes países las cuales demuestran su validez. Añadiendo el uso del Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para calles y carreteras y Normas de Señalización de Transito, para una adecuada y correcta utilización de los mismos.

Socialmente se justifica no sólo por la necesidad de mejorar el nivel de servicio vehicular y peatonal que actualmente ofrece la Avenida de Los Incas en la ciudad de Trujillo, sino también en la importancia de contar con información actual acerca de las vías con el mayor flujo vehicular, fases semaforicas y un diagnóstico adecuado de la señalización, que ayude eficientemente a la toma de decisiones de planeamiento vial, que impulsen a tener un tráfico más ordenado, seguridad para los peatones y a brindar un servicio de mejor calidad para todos los usuarios.

El presente proyecto de tesis es viable porque los resultados y la propuesta de mejora mostrados a la problemática presentada pueden ser aplicadas, y mejoradas.

La metodología, procedimientos y resultados basados en datos obtenido en este proyecto de tesis pueden ser adaptados a 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 Transito.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

- **Guamán A. (2016):** en su investigación “**Diagnóstico Del Problema De Congestión Vehicular en el Intercambiador Fernández Salvador: Intersección Av. Mariscal Sucre, Av. Fernández Salvador Y Calle Melchor De Valdez**”, se propuso identificar cuáles son los principales factores que influyen en la congestión vehicular en las horas pico, para ello se realizó el conteo de vehículos para hallar el día de mayor demanda, y del índice de congestión, tomando en cuenta el volumen vehicular, velocidad, y su capacidad. La investigación concluyó que la congestión vehicular, causa estrés en los conductores y peatones, los cuales son factores que aumentan el riesgo de accidentes, añadiendo la comparativa de cruzar todo el intercambiador vial con congestión vehicular puede tomar hasta 19 minutos. Sin embargo, la misma vía sin congestión vehicular tomaría 30 segundos. El principal aporte al trabajo de investigación es que el funcionamiento global del intercambiador de vías dependía principalmente de los accesos que la conformaban. Y éste se asemeja al funcionamiento de una intersección, bastaba con que un acceso se congestionara para que toda la intersección también así no sea la hora de máxima demanda.

- **Sanchez F. (2011)** en su investigación “**Estimación de la Afectación de la Capacidad en Intersecciones Semaforzadas como consecuencia del Estado del Pavimento**”, se propuso estimar la afectación de la capacidad en intersecciones semaforizadas como consecuencia del estado del pavimento a partir de la medición de variables considerando el área afectada, localización y grado de daño presentes en el pavimento, para ello se determinó el Flujo de Saturación Vehicular de la vía mediante la Metodología Manual de Capacidad de Carreteras (HCM) y el Índice de Condición del Pavimento mediante el método PCI.

La investigación concluyó que la relación que existe entre el Flujo de Saturación Vehicular con el Índice de Condición del Pavimento, es que a mejores

condiciones del pavimento menor será el flujo de saturación vehicular en la vía. El principal aporte al trabajo de investigación es la recomendación en la aplicación de la Metodología del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM) con respecto a otras, su precisión se basa en que ésta utiliza más factores que influyen en el flujo vehicular.

- **Luna (2015)** en su investigación “**Determinación del Nivel de Servicio Peatonal en las intersecciones de la Avenida Ejército con La Recoleta, Emmel, Tronchadero en la ciudad de Arequipa en el periodo 2015**”, se propuso realizar la evaluación del Nivel de Servicio en las Intersecciones de Av. Ejército y La Recoleta, Emmel y Tronchadero en la ciudad de Arequipa, con el objetivo de analizar mediante las metodologías dadas, las actuales condiciones y problemas en la que se encuentra dicha vía, busca plantear posibles soluciones al problema. La investigación concluyó que el NS de la intersección estudiada se encuentra entre A y B, es decir que dicha infraestructura vial brinda una calidad buena y satisface las necesidades de los peatones. El principal aporte al trabajo de investigación son los planteamientos de mejora de bajo costo que posiblemente mejoren la calidad actual de la infraestructura estudiada.

- **Gavilanes (2013)** en su investigación “**Diseñar una propuesta de señalización vial horizontal y vertical para el Centro de la Ciudad de Latacunga**”, se propuso elaborar la señalización vial 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 de estacionamiento de los vehículos en las vías públicas y mejorar las condiciones de seguridad vial existentes. La investigación concluyó que el estudio realizado en el centro de dicha ciudad muestra un grave deterioro de la señalización vertical y horizontal y la importante necesidad de la colocación de nueva señalización que cumpla su objetivo y ayude a disminuir 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.

- **Leonardo N. (2016)** en su investigación “**Análisis del Nivel de Servicio de las Intersecciones Semaforizadas de la Avenida Villanueva Pinillos y modelado con Synchro 8.0 – Jaén**” se propuso determinar el nivel de servicio de las intersecciones semaforizadas de la Avenida Villanueva Pinillos en Jaén, para ello se realizó el estudio del tráfico, determinando el flujo vehicular en las intersecciones dadas para luego hacer una simulación del ciclo semafórico usando un software. La investigación concluyó que el flujo vehicular de 3 de las intersecciones estudiadas fueron: 575veh/hora, 416veh/hora y 445veh/hora respectivamente, además el nivel de servicio para esas intersecciones era de Nivel C. El principal aporte al trabajo de investigación es que nos da un referente sobre el valor del volumen máximo de vehículos oscilante entre las 12 pm – 1 pm y 6 pm – 7 pm para el tramo estudiado.

2.2. MARCO TEÓRICO

CLASIFICACIÓN VEHICULAR

La clasificación vehicular ha sido tomada del Reglamento Nacional de Vehículos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) 2003, pág. (54,55).

❖ **Categoría L:** Esta categoría pertenece a vehículos automotores con menos de 4 ruedas.

L1: Este tipo de vehículo consta de las siguientes características: 2 ruedas, de hasta 50 cm³ y velocidad máxima de 50 km/h.

L2: Este tipo de vehículo consta de las siguientes características: 3 ruedas, de hasta 50 cm³ y velocidad máxima de 50 km/h.

L3: Este tipo de vehículo consta de las siguientes características: 2 ruedas, de más de 50 cm³ ó velocidad mayor a 50 km/h.

L4: Este tipo de vehículo consta de las siguientes características: 3 ruedas asimétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm³ ó una velocidad mayor de 50 km/h.

L5: Este tipo de vehículo consta de las siguientes características: 3 ruedas simétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm³ ó velocidad mayor a 50 km/h y cuyo peso bruto vehicular no exceda de 1 tonelada.

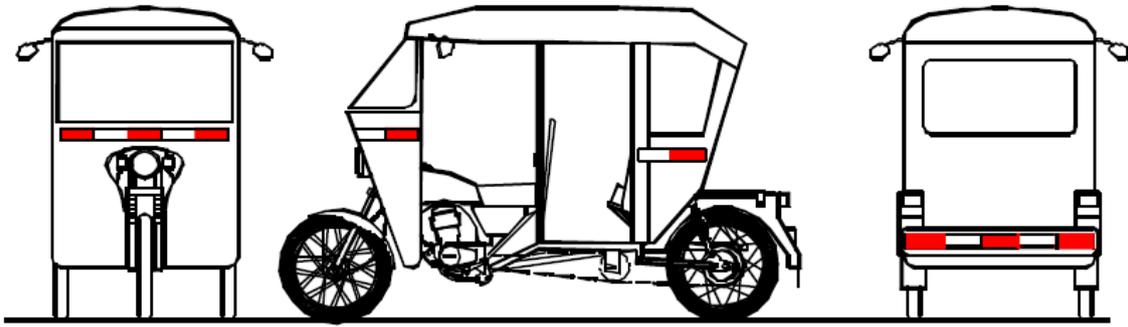


Figura 1. Vehículo de la categoría L5

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos del MTC, 2003 pág. (71)

❖ **Categoría M:** Esta categoría pertenece a vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y contruidos para el transporte de pasajeros.

M1: Este tipo de vehículo consta de las siguientes características: 8 asientos o menos, sin contar el asiento del conductor.

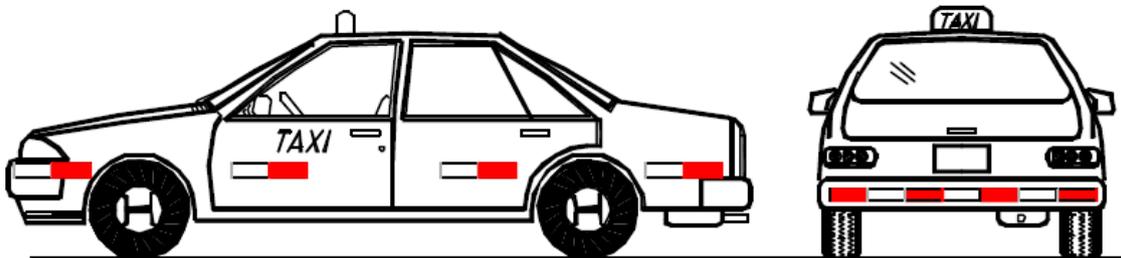


Figura 2. Automóvil, servicio de taxi, pertenecen a vehículos de la categoría M1.

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos del MTC, 2003 pág. (71)

M2: Este tipo de vehículo consta de las siguientes características: más de 8 asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos.

M3: Este tipo de vehículo consta de las siguientes características: más de 8 asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de más de 5 toneladas.

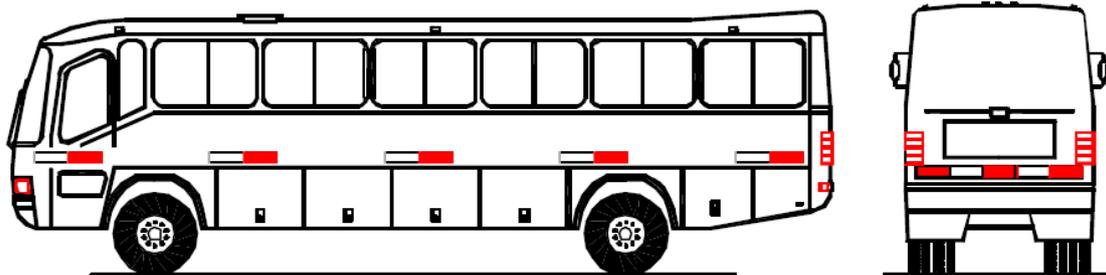


Figura 3. Ómnibus, microbús y minibús, vehículos de la categoría M2 y M3

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos del MTC, 2003 pág. (72)

Los vehículos M2 y M3 se clasifican en:

Clase I: Este tipo de vehículo consta de las siguientes características:

Construidos con áreas para pasajeros de pie.

Clase II: Este tipo de vehículo consta de las siguientes características:

Construidos para el transporte de pasajeros sentados y diseñados para permitir el transporte de pasajeros de pie en el pasadizo.

Clase III: Este tipo de vehículo consta de las siguientes características:

Construidos únicamente para el transporte de pasajeros sentados.

❖ **Categoría N:** Esta categoría pertenece a vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de mercancía.

N1: Este tipo de vehículo consta de las siguientes características: peso bruto vehicular de 3,5 toneladas o menos.

N2: Este tipo de vehículo consta de las siguientes características: peso bruto vehicular mayor a 3,5 toneladas hasta 12 toneladas.

N3: Este tipo de vehículo consta de las siguientes características: peso bruto vehicular mayor a 12 toneladas.

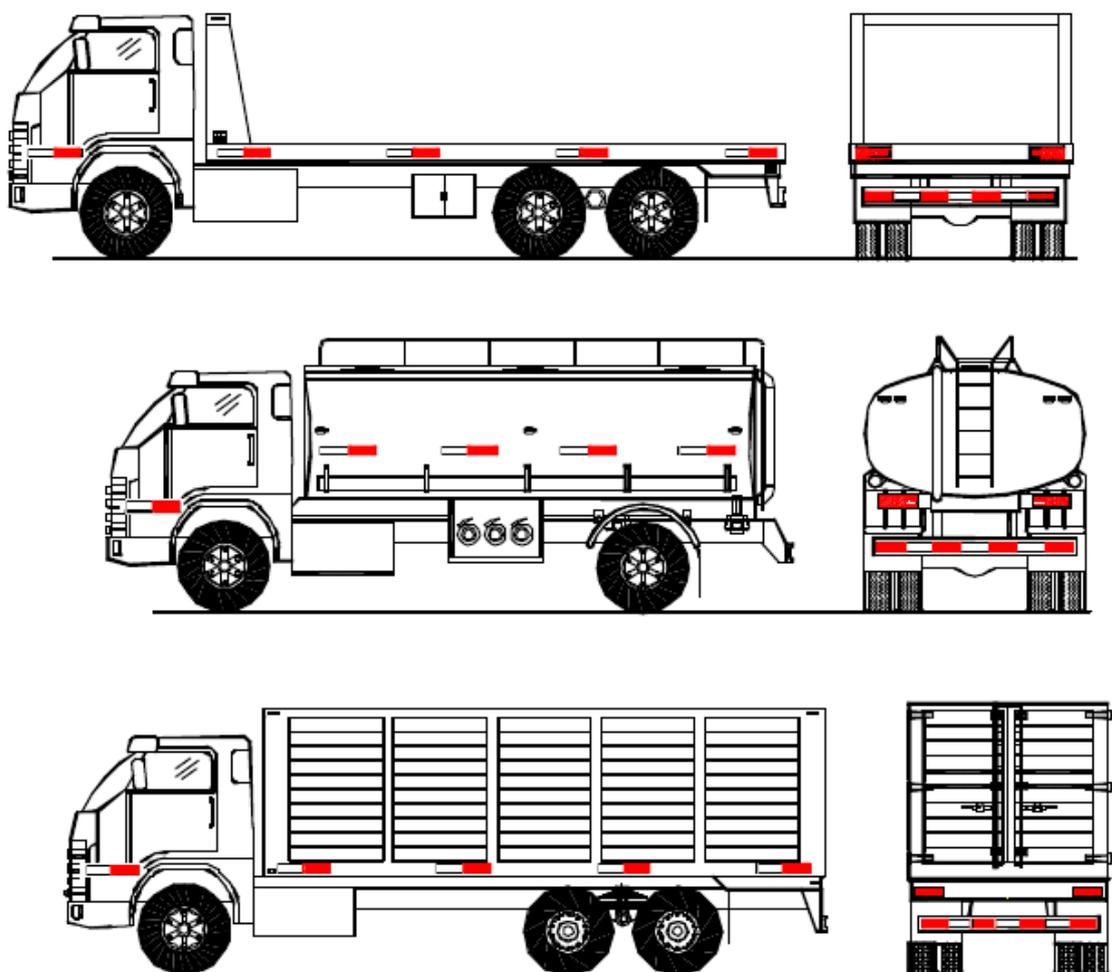


Figura 4. Camiones y cisternas, vehículos de la categoría N1, N2 y N3

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos del MTC, 2003 pág. (72)

❖ **Categoría O:** Esta categoría pertenece a Remolques (incluidos semirremolques).

O1: Este tipo de vehículo consta de las siguientes características: remolques de peso bruto vehicular de 0,75 toneladas o menos.

O2: Este tipo de vehículo consta de las siguientes características: remolques de peso bruto vehicular de más 0,75 toneladas hasta 3,5 toneladas.

O3: Este tipo de vehículo consta de las siguientes características: remolques de peso bruto vehicular de más de 3,5 toneladas hasta 10 toneladas.

O4: Este tipo de vehículo consta de las siguientes características: remolques de peso bruto vehicular de más de 10 toneladas.

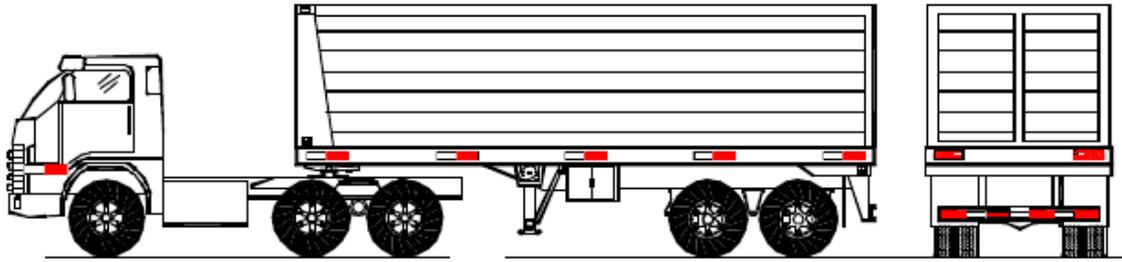


Figura 5. Remolques, vehículos de la categoría O1, O2 y O3

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos del MTC, 2003 pág. (72)

❖ **Combinaciones Especiales**

S: Los vehículos de las categorías M, N u O para el transporte de pasajeros o mercancías que requieren carrocerías o equipos especiales, tienen la siguiente clasificación:

SA: Casas rodantes

SB: Vehículos blindados para el transporte de valores

SC: Ambulancias

SD: Vehículos funerarios

Los símbolos SA, SB, SC y SD deben ser combinados con el símbolo de la categoría a la que pertenece.

AFOROS DE VOLUMEN

Según (Tapia y Veizaga, 2016): “Los aforos de volumen desarrolladas en una sección de la vía, permiten conocer la realidad relacionada con la circulación de los vehículos respecto al tiempo y espacio”

Los aforos de volumen sirven para:

- ✓ Estudios de mantenimiento o conservación.
- ✓ Estudios de construcción.
- ✓ Estudios de señalización.
- ✓ Estudios de accidentes en la zona.

MÉTODOS DE AFORO

Método Manual

Este método trata en el llenado de formularios de acuerdo al tipo de datos que se necesita obtener de la vía. Estos datos pueden ser:

- ✓ Composición vehicular
- ✓ Flujo direccional y por carriles
- ✓ Volúmenes totales

Los tiempos de aforo pueden ser periodo de una hora, un día, un mes o un año.

Método Mecánico

Se realiza mediante dispositivos mecánicos instalados en la vía, estos dispositivos son:

- ✓ Detectores neumáticos: este dispositivo es un tubo neumático que es colocado en posición transversal encima de la calzada que toma datos mediante impulsos que son causados por las ruedas de los vehículos.
- ✓ Contacto eléctrico: este dispositivo es una placa de acero cubierta por una capa de hule, que al ser presionadas por las ruedas de los vehículos cierra circuito y comienza el conteo.
- ✓ Fotoeléctrico: este dispositivo consiste en colocar una fuente emisora de luz a un lado de la vía y hace el aforo vehicular cuando estos interrumpen la luz del dispositivo.
- ✓ Radar: este dispositivo lanza ondas que al ser obstruidas por un vehículo en movimiento cambian de frecuencia, realizando así el aforo.
- ✓ Fotografías: se toman fotografías del tramo y después se procede al aforo vehicular.

Encuestas de Origen y Destino

Se utiliza para la recopilación de datos, sobre origen – destino de viajes. Y la información analizada sirve para la planeación o apertura de nuevas vías.

Existen tipos para realizar este método de aforo:

- ✓ Encuestas a choferes de vehículos privados y de transporte público.
- ✓ Tarjetas postales a los conductores en movimiento
- ✓ Placas de vehículos: se registra los números de placas entre dos a más puntos del área de estudio.
- ✓ Encuestas a usuarios de transporte público.

VÍAS URBANAS

Según (Kraemer C., Pardillo J., Rocci S. & otros. 2003) En la red urbana de las grandes áreas donde transitan muchos peatones se emplean autopistas y autovías que cumplen condiciones similares a la interurbanas, aunque tiene algunas características diferentes, ya que en ellas se circula a menor velocidad que fuera de zona urbana y es menor la distancia entre enlaces. En las principales vías de la red arterial suelen utilizarse vías con calzadas separadas que no reúnen las condiciones de autovía por tener intersecciones con semáforos. Se emplean con frecuencia calles de sentido único, en las que todos los carriles de la calle se destinan a un solo sentido de circulación, mientras que el sentido opuesto circula por otra calle.

Las calles que tienen una calzada única con doble sentido de circulación con frecuencia tienen más de dos carriles que se distribuyen entre ambos sentidos mediante marcas viales, disposición que no se emplea fuera de zonas urbanas.

Una característica importante de las vías urbanas es la presencia frecuente de vehículos estacionados junto a la calzada, lo que reduce el espacio disponible para la circulación. En las calles con gran intensidad de tráfico se suele prohibir el estacionamiento. En otras se destinan al estacionamiento los carriles laterales diferenciándolos de los destinados a la circulación.

En las vías urbanas que no tienen carácter de autopista o autovía se emplean aceras para peatones, que están separadas de la calzada destinada a los vehículos por un bordillo que impide el paso de vehículos por la acera. Sin embargo, existen numerosos puntos en los que se producen conflictos entre las circulaciones de vehículos y peatones: los cruces para peatones a través de la calzada, las entradas a garajes a través de la acera, etc.

La diferencia que existe entre las vías urbanas y las interurbanas además de la diferencia del volumen peatonal, es el número de intersecciones que se encuentran a lo largo de los tramos de las vías. Esto quiere decir que en vías urbanas la calidad del Nivel de Servicio es influenciada por estas intersecciones, a mal funcionamiento de ellas con lleva a problemas de congestionamiento entre otros.

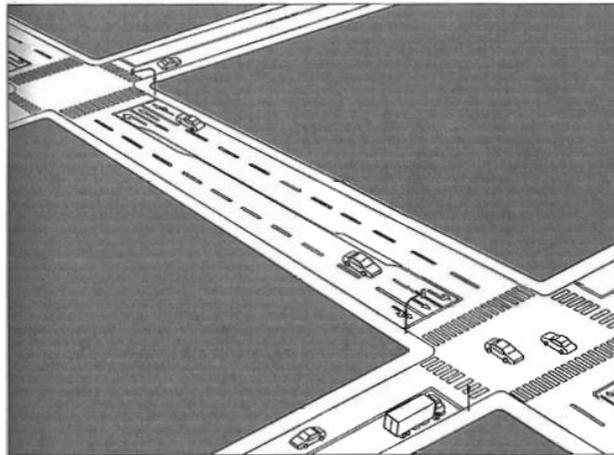


Figura 6. Vía urbana con intersecciones.

Fuente: Ingeniería de Carreteras.

CAPACIDAD VEHICULAR

Según (Bañón B. y Beviá G. 2000) Es el número de vehículos que pueden recorrer una vía urbana, en tiempo estimado, su unidad de medida es el vehículo por hora. En esta variable, influyen las características geométrías, la composición del tráfico, y los accesos que tenga la vía.

Para poder analizar las intersecciones con semáforos, se utiliza lo siguiente:

- Fase: Se conoce como fase al tiempo que, durante la fase en verde de los semáforos, se puede realizar la circulación de los vehículos en las intersecciones, dicho de otra manera, es el intervalo de tiempo que tienen los semáforos para estar de color verde en las vías
- Ciclo: Se conoce como ciclo al tiempo que tarda un semáforo para finalizar todas sus fases, las cuales son: rojo, ámbar y verde dentro de la intersección de las vías. Se debe tener en cuenta que se sumará los tiempos de cambio del mismo.

Para los tiempos de cambio un semáforo, en su mayoría tienen un intervalo de tiempo en segundos entre 6—5, de los cuales el color ámbar tiene 3 y los que restan son llamados para tener un factor de seguridad.

La fórmula de un ciclo es:

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

Ecuación 1. Ciclo Semafórico.

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras.

Donde:

n = el número total de fases en ciclo semafórico.

V_i = cada una de las fases o verdes que conforman el ciclo semafórico.

Y = el tiempo de ámbar.

D = el tiempo de seguridad o despeje.

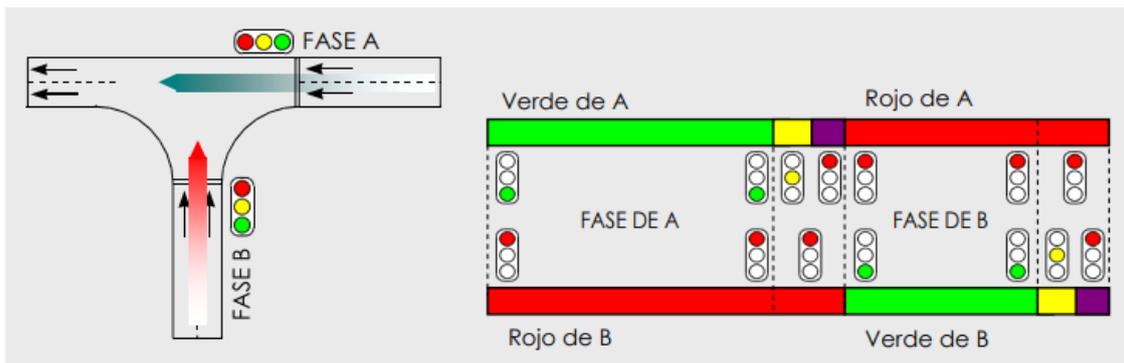


Fig. N° 1 Funcionamiento de una intersección semaforizada

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras.

Movimientos en una Intersección

Para poder analizar la capacidad en una intersección de manera correcta y precisa, el tiempo de las fases no es la única variable que interviene. Sino

también la dirección hacia donde los vehículos en circulación realizan sus movimientos en una intersección, estos son llamados giros. Y los tipos de giros son:

- Giro de paso.
- Giro permitido.
- Giro protegido.
- Giro sin oposición.

A continuación, definiremos cada tipo de giro:

Giro de paso: En este tipo de giro, el vehículo sigue circulando de manera recta. En intersecciones, es un tipo de giro poco visto.

Giro permitido: En este tipo de giro, el vehículo realizará un giro hacia su derecha o izquierda, pero este se realizará en el mismo tiempo que la circulación de vehículos de otra dirección o con la circulación peatonal. En este giro, el uso de la fase en verde por parte de los vehículos aumenta.

Giro protegido: En este tipo de giro, el vehículo realizará un giro hacia su derecha o izquierda, pero este se realizará sin obstáculo alguno debido a la protección del semáforo, es decir que el paso de otros vehículos en sentido opuesto o la circulación peatonal está condicionada por un semáforo durante este periodo.

Giro sin oposición: En este tipo de giro, el vehículo realizará un giro hacia su derecha o izquierda, pero este se realizará sin ninguna interferencia, tampoco necesita la protección del semáforo, ya que dicha vía está diseñada así.

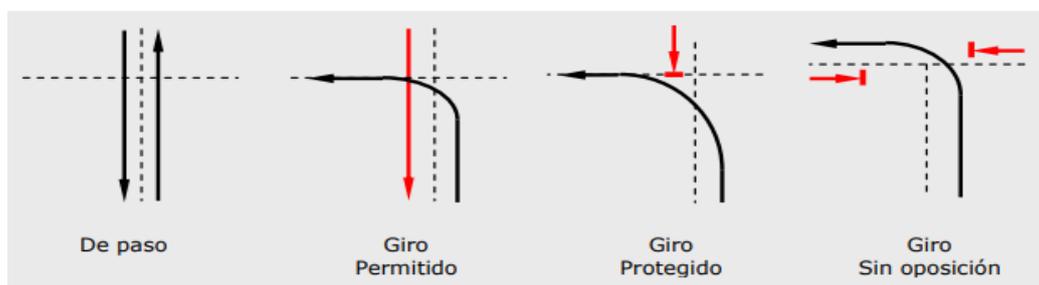


Figura 7. Tipos de movimientos en una intersección.

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras.

Factores que Influyen en la Capacidad.

✓ Geometría de la Calle

El ancho de los carriles de una vía o calle es el factor más importante y vital a la hora de evaluar la capacidad vehicular de una intersección. Otros factores también influyen en el ancho del acceso como las marcas viales, bermas, isletas y otros, ya que no solo varía con el ancho de la calle.

En las horas de máxima demanda vehicular, los vehículos forman más filas de las establecidas por la señalización, entonces el número de filas no dependes de que así se haya señalado y no quiere decir que una buena demarcación de carriles influya en el aumento de capacidad vehicular de la intersección.

La inclinación de la rasante puede favorecer y a la vez dificultar la circulación de los vehículos, en especial de los vehículos pesados, por lo cual es un factor que influye en la capacidad vehicular.

✓ Composición del Tráfico

Otro factor que influye en la capacidad vehicular son los autobuses y por ser vehículos pesados influyen el doble ya que frecuentemente hacen paradas en los lugares destinados al contacto entre pasajeros y vehículos de transporte público conocidos como paradas o paraderos de autobús lo cual modifica la capacidad de acceso.

✓ Estacionamiento

La capacidad vehicular de una intersección se ve afectada doblemente por imprudencia de algunos conductores al dejar sus vehículos parados o estacionados cerca de una intersección, lo cual disminuye el ancho del carril de acceso y hace lenta la circulación de vehículos.

Por otro lado, si existiera una zona especial de la vía para el uso exclusivo de estacionamiento mejoraría notoriamente la capacidad de la intersección, de lo contrario se verá afectada notoriamente.

✓ Maniobras de Giro

Cuando el conductor llega a una intersección en la vía urbana se le presentan varias posibilidades para su circulación: que siga de frente, o que haga giros a la derecha o a la izquierda, según el tipo de vía que se le presente.

La cantidad de vehículos que giran a la derecha afectan en un gran valor a la capacidad de la vía, porque normalmente el peatón sigue su circulación y esto hace que los vehículos se detengan.

El tipo de giro protegido, es inocuo a la capacidad de la vía, debido a que solo puede hacer el giro el vehículo que es protegido por el semáforo, no pueden cruzar peatones o circular vehículos de la otra dirección.

✓ Factor de Hora Punta

Llamado también, (FHP), es el estado más crítico en cuanto al tiempo de una vía, debido a que en este momento se alberga la mayor demanda de vehículos. Su fórmula matemática es “la división entre la intensidad de la hora punta entre cuatro veces la intensidad de los quince minutos de máxima demanda”. (Según Bañon & Bleviá 2000).

$$FHP = \frac{IHP}{4 \cdot I_{15}}$$

Ecuación 2. Factor Hora Punta

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras

El factor de hora punta (FHP) se utilizará en intersecciones en las cuales se calcule la intensidad de la hora punta (IHP) y no la intensidad de los quince minutos de máxima demanda (I15), ya que los métodos para el nivel de servicio que usa el Manual de Capacidad de Carreteras se refiere a esta última.

Este factor se calcula normalmente entre 0.75 y 0.90, usando como valor medio 0.85, esto aplicable en zonas urbanas.

El FHP será aplicado en intersecciones donde se realice el aforo de la intensidad de la hora punta (IHP) y no la máxima de los 15 minutos (I15), ya que los métodos de nivel de servicio que utiliza el Manual de Capacidad hace referencia a esta última. En zonas urbanas, dicho factor se halla entre 0.75 y 0.90, tomándose como valor medio 0.85.

Niveles de Servicio en Vías Urbanas

Es necesario identificar las características más importantes de cada Nivel de Servicio en vías urbanas, el Manual de Capacidad nos dice que:

Tabla 1. Niveles de servicio en vías urbanas

A	<ul style="list-style-type: none"> • Demoras menores a (<5 s.) • No existe congestión vehicular en este nivel de servicio. 	
B	<ul style="list-style-type: none"> • Las demoras se encuentran entre (5 – 15 s.) • Los vehículos circulan normalmente y solo se detienen esporádicamente. 	
C	<ul style="list-style-type: none"> • La demora esta entre (15 a 25 s.) • La calidad del servicio es regular, existe congestión vehicular, pero es manejable. • Varios vehículos se detienen a lo largo del tramo. 	
D	<ul style="list-style-type: none"> • La demora esta entre 25 y 40 s. • La calidad del servicio es baja, y presenta congestión vehicular. • Existen varios vehículos detenidos debido al tráfico. 	

E	<ul style="list-style-type: none"> • Demora entre 40 y 60 s. • Existe una circulación lenta de los vehículos • Gran congestión vehicular. • Muchos vehículos detenidos debido al tráfico. 	
F	<ul style="list-style-type: none"> • La demora supera los 60 s. • La peor calidad de servicio que una infraestructura vial puede tener. • Existe grave desequilibrio entre oferta y demanda • Alta congestión vehicular. 	

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras.

Determinación del Nivel de Servicio

Para determinar el nivel de servicio en vías urbanas debemos tener en cuenta a estas dos magnitudes:

- ✓ Intensidad: Se refiere a la cantidad de vehículos en circulación que pueden atravesar a una intersección en la fase del semáforo verde.

Intensidad por hora de verde	Intensidad por metro de ancho y hora de verde
$I_v = \frac{C}{V} \cdot I = \frac{I}{f_v}$	$I_{m,v} = \frac{C}{V \cdot A} \cdot I = \frac{I}{A \cdot f_v}$

Ecuación 3. Intensidad de vehículos.

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras.

- ✓ Capacidad: Se refiere a la máxima intensidad que un acceso puede acoger, de cara a analizar la capacidad real (cR) de una intersección, se alude al concepto de capacidad por hora de verde (cV):

$$C_R = \frac{V}{C} \cdot C_V = f_V \cdot C_V$$

Ecuación 4 Capacidad de una vía.

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras.

Donde:

f_V = factor verde, relación entre la fase verde y el ciclo total semafórico

La capacidad ideal de una vía es 1900 veh/h livianos, además influyen los factores que se describirán a continuación:

$$C_R = 1.900 \cdot N \cdot f_V \cdot f_A \cdot f_P \cdot f_I \cdot f_E \cdot f_{bb} \cdot f_{gd} \cdot f_{gi} \cdot f_{ar}$$

Ecuación 5. Capacidad Ideal de una vía.

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras.

Donde

N número de carril de grupo.

f_V factor verde respecto al ciclo total semafórico.

f_A factor de corrección por ancho de carril

f_P factor de corrección por porcentaje de vehículos pesados

f_I factor de corrección por pendiente de la vía

f_E factor de corrección por número de estacionamientos.

f_{bb} factor de corrección por número de detenciones de autobús

f_{gd} factor de corrección por cantidad de giros a la derecha

f_{gi} factor de corrección por cantidad de giros a la izquierda

f_{ar} factor de corrección por el tipo de zona.

Factores de Corrección

Tabla 2. Factor de Corrección de Ancho del Carril.

ANCHURA (f_A)			
$f_A = 1 + \frac{A - 3.60}{9}$ <p>A = Ancho del carril ($2.40 \leq A \leq 4.80$ 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

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras.

Tabla 3. Factor de Corrección del Porcentaje 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

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras.

Tabla 4. Factor de Corrección del Porcentaje de La Pendiente.

INCLINACIÓN (f_i)		
$f_i = 1 - \frac{i}{200}$ i = Pendiente en % (-6 ≤ i ≤ +10)		
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

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras.

Tabla 5. Factor de Corrección del Número de estacionamientos por hora.

ESTACIONAMIENTO (f_e)			
$f_e = 1 - \frac{0.1}{N} - \frac{18 \cdot N_m}{3600 \cdot N} > 0.05$ $N_m = N^\circ$ de estacionamientos por hora (0 ≤ N_m ≤ 180)			
N_m	N° 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

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras.

Tabla 6. Factor de Corrección para el tipo de Zona de Urbana.

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

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras.

Tabla 7. Factor de Corrección para el Número de Autobuses que paran por hora.

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

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras.

Tabla 8. Factor de Corrección para 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)						
Nº	CASO		RANGO DE VARIABLES			FÓRMULA SIMPLIFICADA
	CARRIL	FASE	P_{gd}	$P_{gd,p}$	I_p	
1	EXCL.	PROT.	1.0	1.0	0	0.85
2		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	$0.90 - P_{gd} \cdot (0.135 + I_p/2100)$

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras.

Tabla 9. Factor de Corrección para 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	EXCL.	PROT.	0.95
2		PERM.	Procedimiento especial (Ver manual de Capacidad)
3		PR+PE	Caso 1 a fase protegida
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

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras.

Determinación de Demoras para el Cálculo del Nivel de Servicio

Una vez que se dividan cada uno de los accesos que comprenden la intersección en grupos de carriles y obtenida la capacidad de cada uno de estos, puede calcularse la demora media en cada grupo aplicando la siguiente ecuación:

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

Ecuación 6. Demoras para el cálculo del nivel de servicio.

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras.

Donde:

f_v es el factor de verde del grupo de carriles

C es el ciclo semafórico en segundos

I es la intensidad total del grupo de carriles

c es la capacidad real del grupo de carriles

Halladas las demoras en cada grupo de carriles, logramos obtener la demora media de cada uno de los accesos, a través de una media ponderada de las demoras de cada grupo de carriles en función de la intensidad:

$$d_{acc} = \frac{\sum I_i \cdot d_i}{\sum I_i}$$

Ecuación 7. Demoras para grupos de carriles.

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras.

Por último, se calcula la demora media de la intersección calculando las obtenidas en cada acceso:

$$d_{Int} = \frac{\sum_i d_{acc} \cdot I_{acc}}{\sum_i I_{acc}}$$

Ecuación 8. Demoras para accesos.

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras.

Con estos valores calculados de la demora pueden determinarse los niveles de servicio de cada uno de los accesos, además el nivel de servicio total de la intersección:

NIVEL DE SERVICIO EN VIAS URBANAS SEGÚN DEMORAS:

Tabla 10. Clasificación del Nivel de Servicio Vehicular

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	$d < 60$

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras.

COMPORTAMIENTO PEATONAL

En las zonas urbanas, calles y vías son usadas por vehículos y peatones en su mayoría, por lo que es fundamental realizar el análisis del binomio peatón-automóvil para estar en condiciones de planificar infraestructuras que se adecuen a ambos grupos (Bañón B. y Bevíá G. 2000).

El comportamiento del ser humano es racional y sus actos son inesperados, entonces puede enfocarse en el estudio de multitudes más numerosas de peatones ya que su comportamiento se ve establecido por normas más simples que si orientáramos el problema desde el punto de vista individual. Entonces el modelo peatonal puede parecerse al utilizado para estudiar las corrientes de tráfico vehicular.

Principios de la Circulación Peatonal

Estos principios son parecidos a los establecidos para vehículos, al igual que las dimensiones fundamentales que la determinan: capacidad y nivel de servicio, densidad, intensidad, salvando así las notables desigualdades entre uno y otro tipo.

De esta manera en el tránsito de vehículos se manifiestan variables inexistentes, como la circulación o tránsito contracorriente, la probabilidad de cruzar una corriente peatonal por el costado la cual no está interrumpida o poder hacer cambios de sentido sin ocasionar notables conflictos.

Así mismo, se muestran una variedad de elementos o factores adicionales de entorno que intervienen en el uso de este tipo de vías, como:

- **Comodidad:** La comodidad abarca aspectos de tipo ambiental, elementos que sean atractivos para el peatón y que puedan dar conservar el buen estado de las vías de tránsito también que puedan dar protección frente a los agentes climáticos o atmosféricos especialmente las lluvias, la presencia de zonas climatizadas, marquesinas, escaparates, entre otros.
- **Conveniencia:** Este factor determina aspectos como la distancia o longitud total transitada por el peatón, la ruta más corta, las pendientes y la cantidad de veredas convergentes, planos de situación, señales de dirección y otros componentes que ayuden a encaminar y facilitar la circulación de los peatones.
- **Seguridad vial:** Esto se consigue utilizando infraestructuras apropiadas y destinando zonas o sectores exclusivos para peatones, separando así el tráfico peatonal del tráfico vehicular.

- Seguridad pública: Comprende varios factores como la amplitud de campo visual, buen alumbrado público, la marginalidad de la zona y su índice de criminalidad o delincuencia.
- Economía: Comprende a la conexión del costo de los arrendamientos inmobiliarios y la cantidad de sitios comerciales en el entorno peatonal, y a los costos que generan al usuario en criterio de contratiempos y demoras.

Tipos de Circulación Peatonal

A) Individual o Anárquica:

Cada peatón transita obedeciendo un criterio distinto, ajustando a voluntad propia la velocidad a la que transita. Esto se da en el caso del poco uso de la vía peatonal.

B) En Grupo o Pelotón:

Los peatones forman una multitud con una cantidad más o menos uniforme, trasladándose todos en un mismo sentido y dirección, Esto ocurre en situaciones cercanas al límite de la capacidad de la vía.

Anchura Efectiva de la Vía Peatonal

El análisis de la circulación o tránsito peatonal no se debe hacer contando la cantidad de carriles virtuales que existen en la zona de tránsito, ya que los peatones no circulan formando carriles o filas esto está probado experimentalmente. Solamente se puede usar esta definición para conocer cuál puede ser la cantidad máxima de peatones que pueden transitar en el mismo sentido, conociendo que la distancia o longitud mínima con la que dos peatones no se deben cruzar es de 75 cm. En el caso de que ambos peatones se conozcan esta distancia disminuye a 65 cm., para lo cual hay una alta posibilidad de roce o contacto.

Se designa anchura efectiva o libre de la vía a la franja inclinada que verdaderamente puede ser usada libre circulación de los peatones. Los peatones, a lo largo de su trayectoria, tienden a protegerse de la calzada y a no transitar cerca de las fachadas de los edificios. Este factor causa en la vía

peatonal una disminución inicial del ancho eficaz, el cual se ve agravado por la existencia de obstrucciones u obstáculos adicionales, como la existencia de mobiliario urbano, postes de iluminación público, arboles, jardineras botes de basura, cabinas telefónicas entre otros.

La magnitud en que los elementos puntuales no habituales interviene en el tránsito peatonal no está exageradamente documentada, sin embargo, lo que si se conoce con seguridad es que por lo menos en sus alrededores, disminuyen el ancho eficaz de la vía.

A continuación, se precisa una lista de varios factores existentes en las vías peatonales, y su influencia en la disminución del ancho eficaz de la vía, Normalmente, los valores alegan a modelos comunes y son por lo tanto orientativos, entando obligado a individualizarse para un análisis más específico de la problemática:

Tabla 11. Límites de la Vía Peatonal.

Obstáculo	r (m)	Obstáculo	r (m)
LÍMITES VÍA PEATONAL		JARDINERÍA	
Línea de fachada	0.45	Árboles	0.61 - 1.22
Fachada	0.60	Jardineras	1.52
Fachada con escaparate	0.90	USOS COMERCIALES	
Bordillo	0.45	Tenderetes	1.22 - 1.81
MOBILIARIO URBANO		Kioskos	1.50 - 3.26
Báculos de alumbrado	0.75 - 1.10	Elementos de publicidad	0.80 - 1.23
Semáforos	0.90 - 1.22	Fila de mesas	1.06 - 1.21
Alarmas contra incendios	0.75 - 1.13	ACCESOS	
Hidrantes	0.75 - 0.91	Escaleras parking/metro	1.66 - 2.13
Señales de tráfico	0.61 - 0.75	Rejillas de ventilación	1.83
Parquímetros	0.61	Sótanos	1.52 - 2.13
Buzones postales	0.97 - 1.13	ELEMENTOS RESALTADOS	
Cabinas de teléfono	1.22	Pilares	0.75 - 0.91
Papeleras	0.91	Porches y soportales	0.61 - 1.83
Bancos	0.52	Acometidas	0.30
Paradas de autobús		Soportes de toldos	0.75
con banco de espera	1.73 - 1.95		
señal exclusivamente	0.60 - 0.87		

Fuente: Manual Capacidad de Carreteras

Nivel de Servicio en Vías Peatonales

Los métodos a seguir para determinar los distintos niveles de servicio en el tránsito peatonal están fundamentados en dimensiones parciales que, por esta razón no pueden ser tan precisas y alejarse de la realidad, sin embargo, dimensiones como la ocupación, intensidad, densidad peatonal o la velocidad son idóneas para hacerse una idea de la condición de la transitabilidad de la vía.

Tal vez sea la velocidad el parámetro más adecuado, por su sencilla observación y cálculo, tanto como su capacidad para detallar muy bien la percepción de calidad sentida por los peatones.

Basándonos en estos métodos se han determinado varios niveles de servicio para el análisis total de la condición y calidad de la vía, cuyo funcionamiento y nomenclatura es similar al análisis de vehículos. En la siguiente tabla se precisa los distintos niveles y los requisitos demandados en cada uno de ellos:

Tabla 12. Niveles de Servicio en Vías Peatonales.

	Ocupación (m ² /pt)	V (m/min)	i (pt/min/m ²)	i/c
A	≥ 11.70	≥ 78	≤ 7	≤ 0.08
B	≥ 3.60	≥ 75	≤ 23	≤ 0.28
C	≥ 2.16	≥ 72	≤ 33	≤ 0.40
D	≥ 1.35	≥ 68	≤ 49	≤ 0.60
E	≥ 0.54	≥ 45	≤ 82	≤ 1.00
F	< 0.54	< 45	Variable	

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras

A) Nivel de servicio A: Los peatones transitan en el camino y dirección que desean, sin ser obstaculizados por la presencia de otros peatones,

además puede elegir a voluntad propia la velocidad en la que camina, los conflictos entre peatones son casi nulos.

B) Nivel de servicio B: Se da el espacio necesario para que los peatones puedan elegir la velocidad en la que caminan, pueden adelantarse unos a otros y evadir los conflictos de poder cruzarse entre sí. Los peatones empiezan a sentir la presencia de otros peatones, lo cual determina en la elección de su trayectoria.

C) Nivel de servicio C: En este nivel de servicio existe el espacio necesario para elegir una velocidad regular de camino permitiendo que un peatón adelante a otro, fundamentalmente en corrientes que circulan en un mismo sentido. En la situación de que además haya circulación en la dirección contraria o entrecruzado, se ocasionarán eventuales y pequeños conflictos además las velocidades y el volumen reducirán.

D) Nivel de servicio D: En este nivel se ve limitada la libertad de escoger la velocidad con la que se moviliza y el adelantamiento, En la circunstancia de que haya cruzamientos o movimientos en sentido opuesto hay una alta posibilidad de que se ocasionen conflictos, siendo necesario modular la velocidad y el cambio de ubicación constante para evadirlos. Este nivel de servicio aporta un flujo considerablemente fluido, sin embargo, existe la posibilidad que se ocasionen interacciones y roces notables entre los peatones.

E) Nivel de servicio E: En este nivel de servicio la velocidad con la que circulan los peatones se verá restringida, lo cual les demandará constantemente cambiar y adaptar su paso. En el sector inferior a este nivel, la circulación hacia adelante solo se puede mediante una manera denominada arrastre de pies. El espacio no es suficientemente disponible para que los peatones que transitan lentamente sean adelantados. Los desplazamientos en dirección opuesta o cruzados solo son factibles con intensa dificultad. La capacidad de la vía peatonal determina la intensidad de este nivel de servicio, lo que origina que en el flujo existan paradas e interrupciones.

F) Nivel de servicio F: En este nivel la velocidad con la que se transita se ve constantemente restringida y el paso de arrastre de pies es el único posible para poder avanzar, entre los peatones se ocasionan inevitables y constantes roces, y son aparentemente imposibles de efectuar los desplazamientos en sentido opuesto y entrecruzado. El flujo es ocasional y variable lo cual produce constantes aglomeraciones y colas.

METODOLOGIA DEL NIVEL DE SERVICIO PEATONAL

Una vez que se evaluó la problemática peatonal y las herramientas con las cuales se puede minorar esta situación, se seguirá a continuación a realizar un diagnóstico de los casos más comunes que pueden encontrarse en la Avenida Los Incas, con respecto a infraestructuras peatonales: zonas de intersección vial o esquinas, vías peatonales y pasos de peatones.

❖ Vías Peatonales

El cálculo se fundamenta al realizar el conteo peatonal de los 15 minutos en la hora de máxima demanda peatonal. El tramo en la parte céntrica que existe entre 2 esquinas de la vía debe ser aforada en el transcurso del día por periodos de tiempo, para así poder evaluar como varía el tránsito en cada dirección. En caso de analizar sectores nuevos proyectos, se deberá predecir la demanda de peatones que circulará por esta vía. La metodología desarrollada demanda una sucesión especial de cálculos de datos que se explica a continuación:

A. Datos necesarios:

En el caso de que se haga la evaluación a una vía ya construida, la extracción de datos se hará a través de un estudio de campo, en el caso de proyectos, se harán diferentes hipótesis sobre la aproximación a una demanda. Los datos fundamentales a obtener de dichos estudios son:

- Aforo de los 15 minutos de la demanda máxima peatonal (Q_{P15}), con la unidad de medida de (pt/15 min).
- Ancho total de la infraestructura peatonal (A), en metros.

- Obstáculos de presente en la infraestructura peatonal, como postes entre otros.

B. Cálculo de la anchura efectiva:

La anchura neta de la vía (A_E) se determina restando a la anchura total (A) de aquellos obstáculos que no pueden ser empleados para la circulación normal del peaton. (r_i).

$$A_E = A - \sum r_i$$

Ecuación 9. Anchura Efectiva.

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras.

C. Obtención de la intensidad unitaria (i):

Reemplazando el aforo en los 15 minutos en la máxima demanda peatonal y la anchura efectiva de la infraestructura, se obtiene:

$$i = \frac{Q_{P,15}}{15 \cdot A_E}$$

Ecuación 10. Intensidad Unitaria.

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras.

D. Cálculo de la intensidad de los pelotones:

La intensidad de pelotones viene dada por la siguiente recta:

$$i_p = i + 13.12$$

Ecuación 11. Intensidad de Pelotones.

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras.

E. Determinación del nivel de servicio:

La determinación del nivel de servicio se realiza para las condiciones de intensidad (i) y también para la existencia de pelotones (lp)

F. Evaluación de los resultados:

Obtenidos los diferentes niveles de servicio, se debe hacer el análisis de dichos resultados, realizar las conclusiones apropiadas y, en caso de que fuera necesario, recomendar las medidas necesarias para mejorar la calidad de la vía.

❖ Pasos Peatonales

Los pasos peatonales pueden ser analizados como áreas de tiempo-espacio, es decir que cada peatón le será necesario usar un espacio durante un cierto tiempo, lo cual impide que exista otro peatón circulando por esa misma área. Basándonos en ese criterio, se define un procedimiento para calcular el nivel de servicio en pasos peatonales:

Datos iniciales: Para este análisis es necesario la obtención de los siguientes datos:

- Ancho, longitud del paso peatonal en metros. (A_p , L_p)
- Distribución Semafórica en segundos. (V_p , R_p , C)
- Peatones que ingresan al paso peatonal en unidades pt/min. (I_e)
- Peatones que salen del cruce en unidades pt/min. (I_s)

A. Obtención del tiempo-espacio disponible (TSp): El tiempo-espacio que dispone un paso de peatones se determina mediante la multiplicación de la superficie de la infraestructura por el intervalo de verde de la fase peatonal.

$$TS_p = S_p \cdot \frac{V_p}{60} = A_p \cdot L_p \cdot \frac{V_p}{60}$$

Ecuación 12. Tiempo-espacio disponible

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras

Las unidades consideradas son:

- TSp, unidad en m².min.
- Ap y Lp unidades en metros
- Vp unidades en segundos.

B. Cálculo del tiempo medio de cruce (tp): Es el tiempo en que se tarda una persona en cruzar el paso peatonal. Considerando que la velocidad promedio de un peatón es 1.35 m/s, el tiempo medio será expresado como:

$$t_p = \frac{L_p}{V} = \frac{L_p}{1.35}$$

Ecuación 13. Tiempo medio de cruce

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras

C. Determinación del tiempo total de ocupación de cruce (Tp): Se calcula mediante la multiplicación del tiempo medio de cruce por el número de peatones que lo usan en cada ciclo semafórico:

$$T_p = (I_E + I_S) \cdot \frac{t_p}{60}$$

Ecuación 14. Tiempo total de ocupación de cruce

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras

Tp, es el tiempo total de ocupación en pt.min.

Ie es el volumen de peatones que entran en el cruce tomando uno de los extremos como referencia el ciclo semafórico en pt/C.

Is es el volumen de peatones que salen del cruce por dicha acera en un ciclo semafórico en pt/C.

tp es el tiempo medio de cruce en segundos.

D. Cálculo de nivel de servicio: Con el fin de poder realizar una correcta evaluación del Nivel de Servicio del Paso Peatonal, debemos calcular la ocupación media, es decir el lugar que cada peatón dispone al efectuar el cruce:

$$\Omega_p = \frac{TS_p}{T_p}$$

Ecuación 15. Ocupación media

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras

Ω_p es la ocupación media en m²/pt

TS_p es el tiempo-espacio total disponible, en m²/min

T_p es el tiempo total de ocupación en pt.min.

Con el valor de ocupación media calculado, el nivel de servicio se determina de manera inmediata usando la tabla n°.

E. Análisis de la oleada máxima: Se debe determinar el nivel de servicio en el supuesto caso de que alcance un número máximo de peatones. De esta forma, el número máximo de peatones existentes en el cruce será:

$$Q_{\text{máx}} = (I_E + I_S) \cdot \frac{(R_p + t_p)}{60}$$

Ecuación 16. Máxima oleada

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras

- $(I_E + I_S)$ volumen total de peatones que ingresan por ambos extremos, unidades en pt/min.
- R_p es el tiempo en la fase rojo del ciclo semaforico, en caso no exista ninguna señal de cruce se añadirán 3 segundos más.

- t_p es el tiempo medio de cruce en segundos
- $Q_{m\acute{a}x}$ es la máxima oleada en peatones.

El nivel de servicio de servicio se hallará calculando la ocupación media y usando la tabla n°

$$\Omega = \frac{S_p}{Q_{m\acute{a}x}} = \frac{L_p \cdot A_p}{Q_{m\acute{a}x}}$$

Ecuación 17. Ocupación media de la máxima oleada

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras

- Ω_p es la ocupación media en m^2/pt
- S_p es la superficie total disponible en metros cuadrados.
- $Q_{m\acute{a}x}$ es la máxima oleada en peatones.

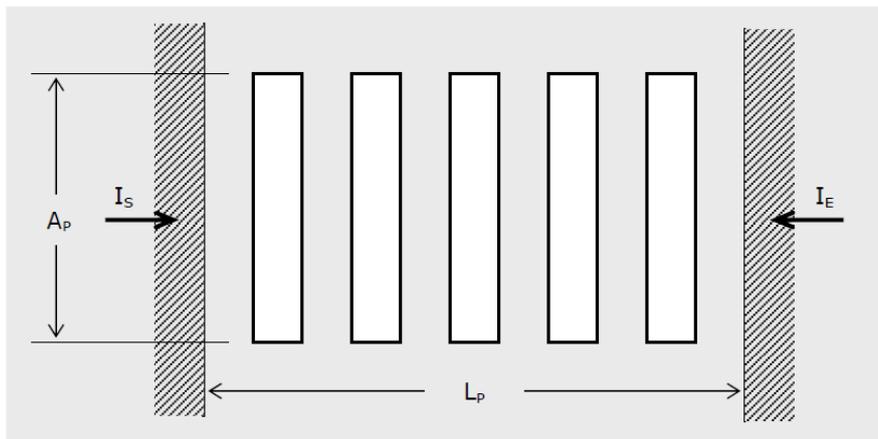


Figura 8. Elementos de partida para el cálculo de pasos peatonales

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras

❖ ESQUINAS

Las esquinas son zonas de intersección entre 2 vías peatonales, son puntos críticos donde se produce el cruce de diversos flujos peatonales: los que transitan por cada una de las veredas, provenientes de los pasos peatonales en caso de que existieran y la multitud peatonal que espera cruzar la calle.

Las esquinas presentan una distribución de su superficie en 2 zonas:

- Zona de circulación: Usada para la circulación regular de peatones, tanto para los que giran en la esquina como para los que entrar a la esquina desde el paso peatonal o para los que llegan a la cola de la fase roja de cruce.
- Zona de espera: Es fundamental para acomodar a aquellos peatones que se hallan esperando cruzar la calle en la fase roja peatonal.

Para estudiar estas zonas es preciso analizar los posibles sentidos que un peatón puede seguir al llegar a una esquina; para cada uno de los posibles movimientos, hay 3 alternativas a elegir: seguir en el mismo sentido, girar a la izquierda o girar a la derecha. En la siguiente imagen se ven plasmados las 12 posibles combinaciones:

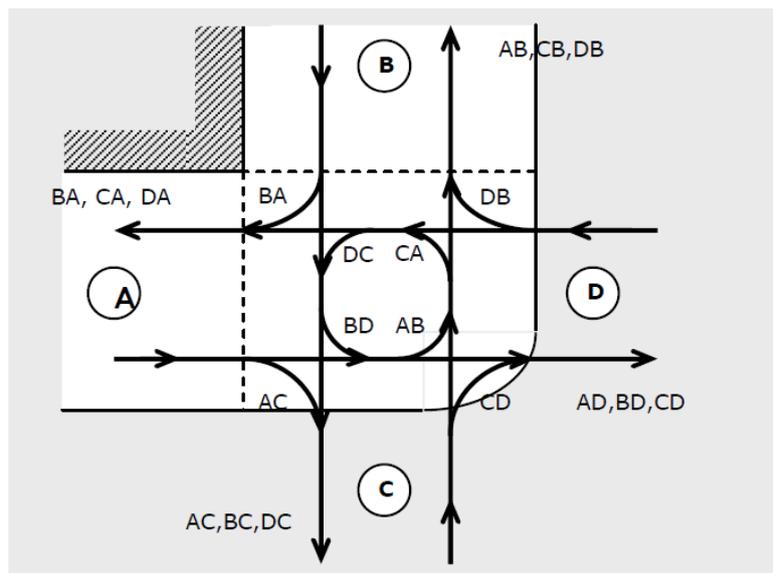


Figura 9. Posibles movimientos en una esquina

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras

Las esquinas en algunas circunstancias se conectan directamente con los pasos peatonales y al igual que éstos funcionan como zonas tiempo-espacio, donde hay peatones transitando, peatones cruzando y peatones esperando. Para el correcto funcionamiento de la zona se debe procurar que el tiempo-espacio disponible en su totalidad se distribuya según las necesidades de cada uno de estos grupos, modificando el reparto del tiempo del ciclo semafórico o ampliando la superficie de la esquina.

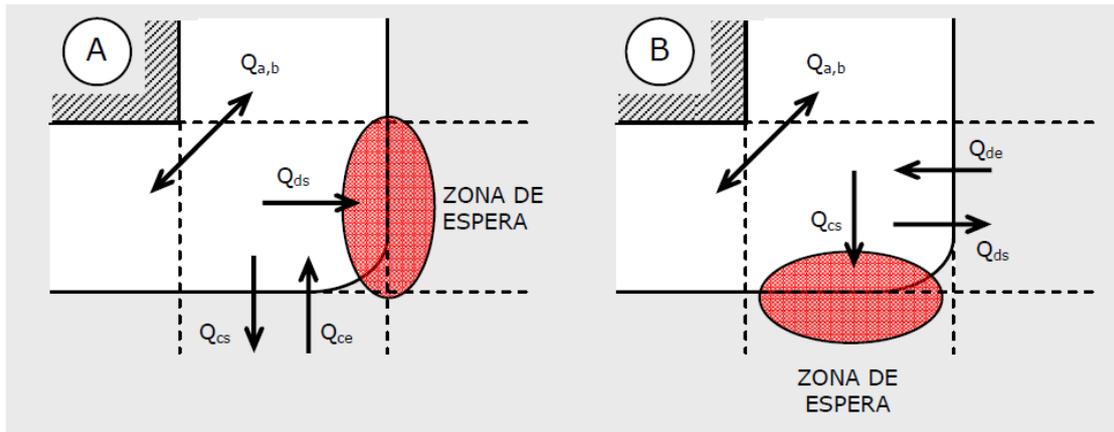


Figura 10. Estados de la esquina en un ciclo semafórico

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras

Para la metodología de cálculo de estas zonas se seguirán los siguientes pasos:

A. Datos de partida: En las esquinas, la obtención de los datos iniciales es especialmente compleja, ya que se deberá tomar en cuenta varias corrientes peatonales, no obstante, los cálculos fundamentales para el cálculo son:

- Ancho de las aceras (A_a , A_b) en metros.
- Radio de la esquina (R) en metros.
- Reglaje peatonal del semáforo (V_c , R_c , V_d , R_d , C) en segundos.
- Cada una de las corrientes que intervienen en la esquina, ($I_{a,b}$, I_{ce} , I_{cs} , I_{de} , I_{ds}) en pt/min o pt/C.

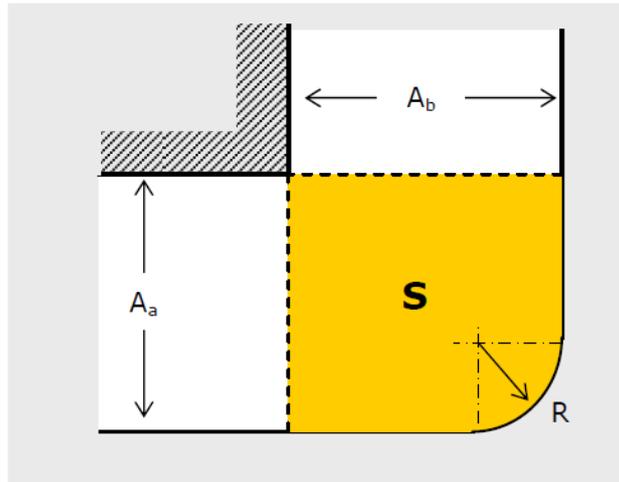


Figura 11. Características geométricas de una esquina

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras

B. Obtención del tiempo-espacio disponible (TS): Se define como el producto de la superficie de la esquina y el ciclo semafórico. Se debe tener en cuenta que a la superficie se le debe restar radio de la esquina, si éste existe, así como las posibles obstrucciones u obstáculos existentes en dicha zona:

$$S = A_a \cdot A_b - \left(1 - \frac{\pi}{4}\right) \cdot R - \sum K_i \cong A_a \cdot A_b - 0.215 \cdot R - \sum K_i$$

Ecuación 18. Superficie de esquina

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras

$$TS = S \cdot \frac{C}{60}$$

Ecuación 19. Tiempo-espacio disponible en esquina

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras

TS en m².min., Aa, Ab y R en metros y C en segundos, y siendo Ki la superficie de cada uno de los obstáculos presentes, en m².

C. Cálculo de los tiempos de espera (ti): Al suponerse una incorporación de peatones homogénea a las zonas de espera, el tiempo medio de espera cumplirá a la siguiente expresión matemática:

$$t_i = \int_0^{R_i} \frac{I_i}{C} \cdot t \cdot dt = \frac{1}{2} \cdot \frac{I_i}{C} \cdot R_i^2$$

Ecuación 20. Tiempo de espera

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras

Siendo I_i la intensidad peatonal en el cruce de la intersección, C el ciclo semafórico y R_i el tiempo de rojo del semáforo.

Aplicando esta expresión a los 2 estados de la figura nº 10, se obtiene las siguientes expresiones análogas:

$$\text{Estado A} \rightarrow t_{ds} = \frac{1}{2} \cdot \frac{I_{ds}}{C} \cdot \frac{R_d^2}{60}$$

Ecuación 21. Tiempo de espera del estado A

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras

$$\text{Estado B} \rightarrow t_{cs} = \frac{1}{2} \cdot \frac{I_{cs}}{C} \cdot \frac{R_c^2}{60}$$

Ecuación 22. Tiempo de espera del estado B

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras

t_{cs} , t_{ds} es el tiempo de espera en cada estado, en pt.min

I_{cs} , I_{ds} es el número total de peatones por ciclo semafórico que cruzan la calle secundaria, en pt/C.

R_c , R_d es el tiempo en rojo del semáforo peatonal.

C es el ciclo semafórico, en segundos.

D. Determinación de la demanda tiempo-espacio en la zona de espera (TS_R): Para este cálculo, se debe determinar la hipótesis de que la consistencia del grupo de espera es apta para la formación de colas, que

presenta una ocupación media de 0.45 m²/pt. Así, la demanda tiempo-espacio será expresada de la siguiente forma:

$$TS_R = \Omega_e \cdot \sum t_i$$

Siendo Ω_e la ocupación media de la zona de espera, en m²/pt y t_i cada uno de los tiempos de espera, en pt.min.

Particularizando en el caso tratado:

$$TS_R = 0.45 \cdot (t_{cs} + t_{ds})$$

Ecuación 23. Demanda tiempo-espacio en la zona de espera

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras

Donde t_{cs} , t_{ds} son tiempos de espera en cada estado, en pt.min.

E. Obtención del tiempo-espacio disponible para la circulación (TS_D):

Esto se calcula mediante la diferencia entre el tiempo espacio total (TS) y el requerido en las zonas de espera (TS_R). En el caso de un resultado negativo significaría que no hay suficiente espacio para que los peatones puedan circular, generándose un bloqueo en la esquina. Evidentemente, el nivel de servicio será el más pobre de todos y es preciso un nuevo ajuste para mejorar el tiempo-espacio disponible, modificando los tiempos del ciclo semafórico o aumentando la superficie de la zona.

$$TS_D = TS - TS_R$$

Ecuación 24. Tiempo-espacio disponible para la circulación

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras

TS_D es el tiempo-espacio disponible en m².min.

TS es el tiempo-espacio total disponible en m².min.

TS_R es el tiempo-espacio requerido en m².min.

F. Cálculo del flujo peatonal por ciclo (I_c): Este cálculo hace referencia a la cantidad de peatones que la esquina puede acomodar en cada ciclo semafórico, está dado por la sumatoria de todas las intensidades de circulación peatonal existentes:

$$I_c = \sum I_i$$

Estas intensidades están expresadas en peatones/ciclo y son las siguiente:

$$I_C = I_{ce} + I_{cs} + I_{de} + I_{ds} + I_{a,b}$$

Ecuación 25. Flujo peatonal total por ciclo

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras

G. Estimación del tiempo total de circulación (t_c): Es el tiempo en el cual los peatones usan para cruzar la zona de la esquina, se calcula mediante la multiplicación del volumen total de circulación por un tiempo medio considerado de tránsito, se suele tomar 4 segundos:

$$t_c = I_c \cdot \frac{t}{60} = I_c \cdot \frac{4}{60}$$

Ecuación 26. Tiempo total de circulación

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras

t_c es el tiempo total de circulación expresado en pt.min.

I_c es el flujo peatonal por ciclo en pt/C.

T es el tiempo medio de tránsito en la esquina en segundos.

H. Obtención de la ocupación media (Ω): Es la que define el nivel de servicio de la esquina y su cálculo es dividiendo el tiempo-espacio

disponible para la circulación (TS_D) por el tiempo total de circulación (t_c), la ocupación media será expresada en m^2 :

$$\Omega = \frac{TS_D}{t_c}$$

Ecuación 27. Ocupación media de la esquina

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras

Para determinar el nivel de servicio se debe usar la tabla n° con el valor de ocupación media peatonal obtenida.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

- **Ingeniería de Transito:** rama de la ingeniería civil, dedicada a resolver problemas de transporte.
- **Tránsito vehicular:** circulación de vehículos, de un destino a otro.
- **Transporte:** acción de llevar personas o cargas de un destino a otro.
- **Infraestructura de transporte:** obras dedicadas a mejorar la calidad de transporte, como pavimentos, carreteras, entre otros.
- **Accesibilidad:** acceso hacia un destino.
- **Accidente de tránsito:** evento que ocasiona daños, puede ser entre vehículos o con personas.
- **Autopista:** vía de dos carriles o más, con el objetivo de brindar una correcta circulación a los vehículos
- **Avenida:** Arteria urbana en la mayoría de casos se intersectan varias vías, y alrededor de ellas existen sitios urbanos.
- **Vehículo:** medio de transporte en el cual tienen una capacidad promedio de 5 personas hasta más.
- **Acera:** Parte de la vía, a lo largo de la calzada, destinada exclusivamente para el tránsito de peatones.
- **Gestión vial:** Manejo por parte de las autoridades, para planear y resolver problemas de tránsito.

- **Aforo de tránsito:** conteo de vehículos mediante los diferentes métodos.
- **Análisis de demanda:** Estudio de los factores que influyen en la demanda, llevado a cabo por medio de la recolección de datos la utilización de varias técnicas analíticas para comprender la demanda.
- **Área de tránsito:** Área destinada para el derecho de paso, normalmente en un centro comercial, que es usada para unidades de transporte (vehículos o trenes), comúnmente en combinación con tráfico de peatones.
- **Berma:** porción de la vía peatonal, para detener vehículos.
- **Calidad de viaje:** Es la medida de bienestar y satisfacción de los pasajeros, para ir de un destino a otro. En el influyen las demoras, la calidad del pavimento entre otras.
- **Calle doble sentido:** el tránsito es en dos sentidos.
- **Calle sentido único:** el tránsito es un solo sentido.
- **Calle:** todas las vías dentro de una ciudad, menos carreteras.
- **Calzada:** Parte de una vía por donde transitan los vehículos. Comprende al área que ocupa el pavimento cuando éste existe.
- **Capacidad vial:** Cantidad máxima de vehículos que pueden circular por una vía. Su unidad es veh/h
- **Demora:** Es el tiempo que pierden los pasajeros y conductores, que se causa debido a problemas de tránsito.
- **Hora pico:** hora del día cuando circulan los máximos volúmenes de tránsito.
- **Intersección en T:** intersección de tres ramas en forma de T.
- **Intersección en X:** cruce de dos vías en forma de + o x.
- **Intersección en Y:** intersección de 3 ramas formando la letra Y.
- **Intersección ensanchada:** aquella que unos de sus accesos se han ensanchado.
- **Intersección escalonada:** intersección en la que el eje de una no coincide con el eje opuesto si no hay un desplazamiento entre ellos.
- **Intersección múltiple:** donde se empalman más de dos vías.
- **Intersección oblicua:** donde las vías se cortan en un Angulo oblicuo.
- **Intersección octogonal:** donde las intersecciones forman un Angulo recto.
- **Nivel de servicio peatonal:** parámetros de calidad que brindan las vías para peatones.
- **Nivel de servicio vehicular:** parámetros de calidad que brindan las vías para vehículos.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. Hipótesis General

La propuesta de mejoramiento de la transitabilidad permitirá aumentar la capacidad y mejorar el nivel de servicio para reducir la congestión vehicular y peatonal de la Avenida Los Incas en la ciudad de Trujillo.

2.5. VARIABLES

2.5.1. Variable Independiente

- Estudio de tránsito

2.5.2. Variable Dependiente

- Propuesta de mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal

2.5.3. Operacionalización de las Variables

Variable Independiente: Estudio del tránsito			
Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Instrumento de Investigación
Intersecciones Semaforizadas	Flujo Vehicular	Veh/h	Aforos
	Flujo Peatonal	Pt/min, Pt/C	Aforos
	Nivel de Servicio Vehicular	Seg.	HCM
	Nivel de Servicio Peatonal	m2/pt	HCM

Variable Dependiente: Propuesta de mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal			
Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Instrumento de Investigación
Modificación de características de tránsito	Señales de Tránsito	Unidad.	Manual de Dispositivos de Control del tránsito automotor para calles y carreteras
	Semaforización	Segundos	Manual de Dispositivos de Control del tránsito automotor para calles y carreteras
Modificación de infraestructura vehicular y peatonal	Bermas	m.	RNE
	Veredas	m.	RNE
	Carriles	m.	RNE

III. METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Descriptivo: El nivel más apropiado para esta investigación es el descriptivo, ya que el tema central es analizar la transitabilidad vehicular y peatonal de la Avenida Los Incas en cada una de las intersecciones semaforizadas, de modo que se pueda evaluar la problemática y posteriormente plantear propuesta de solución siguiendo adecuadas metodologías.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

- En el presente trabajo de investigación la población estudiada fue la Avenida Los Incas comprendida entre la Calle José Gálvez y la Avenida Moche en la ciudad de Trujillo.

3.2.2. Muestra

Esta Investigación tiene como muestra a las 5 intersecciones Semaforizadas de la Avenida Los Incas los cuales son:

- Avenida Los Incas – Calle Francisco de Zela
- Avenida Los Incas – Calle Atahualpa
- Avenida Los Incas – Calle Huayna Capac
- Avenida Los Incas – Calle Tupac Yupanqui
- Avenida Los Incas – Avenida Moche

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

3.3.1 Técnicas

- La recolección de datos para obtener las características geométricas de la avenida se realizará mediante la observación directa para identificarlas y luego hacer la medición correspondiente.
- La recolección de datos para el cálculo del aforo vehicular y peatonal se realizó mediante el fichaje, obteniendo el conteo de vehículos motorizados

clasificados por categoría y el conteo de personas en intervalos de 15 minutos de las horas punta.

- Para realizar la metodología a seguir se utilizó la técnica de análisis de documentos que podrían ser medios impresos o digitales.

3.3.2. Instrumentos

- Instrumentos para identificar y tomar la medición de las características geométricas de la avenida como wincha y libreta de apuntes.
- Instrumentos para realizar el aforo vehicular y peatonal y cálculo de los tiempos semafóricos como formatos de conteo vehicular, libreta de apuntes, cronómetro.
- Equipos para el registro fotográfico como cámara, videograbadora.
- Equipos y softwares para el procesamiento de la información.

3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

- Diseño de Investigación de Campo: Esta investigación se basó en la recolección de datos que obtuvimos directamente en la Av. Los Incas para luego procesarlos mediante las correctas metodologías sin antes consultar fuentes de carácter documental.

3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

- Para obtener las características geométricas de la avenida se realizaron mediante la medición manual y si fuera necesario con instrumentos topográficos para obtener datos más exactos, para luego procesar y ordenar esos datos en tablas de Excel, ya que nos servirán para la metodología a emplear.
- Para el cálculo de aforo vehicular se realizaron mediante el conteo de vehículos por su categoría, lo cual permitió identificar el día y la hora con mayor demanda vehicular en las intersecciones semaforizadas de la avenida para luego evaluar el nivel de servicio y capacidad vehicular, estos datos fueron organizados y procesados usando el programa Excel en tablas separando los datos obtenidos en cada intersección de la avenida.

- Para el cálculo de aforo peatonal se siguió un procedimiento similar al aforo vehicular y se procesaron los datos en tablas para evaluar los 15 minutos de mayor intensidad peatonal del día y hora de máxima demanda en esquinas de las intersecciones semaforizadas de la avenida para poder evaluar el nivel de servicio peatonal que presenta.
- El cálculo y evaluación de la capacidad y nivel de servicio vehicular y peatonal se realizaron netamente en gabinete con la ayuda de hojas de cálculo Excel, utilizando las fórmulas establecidas en la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras.
- Para la propuesta de mejoramiento a la problemática presentada se utilizaron metodologías adecuadas, basándonos en las normas, reglamentos y manuales nacionales de tránsito y control de tránsito.

IV. RESULTADOS

4.1. ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1.1. Ubicación del Proyecto

El presente proyecto se desarrolló en el distrito de Trujillo, provincia de Trujillo, departamento La Libertad.



Figura 12. Mapa de la Ciudad de Trujillo

Fuente: Google maps

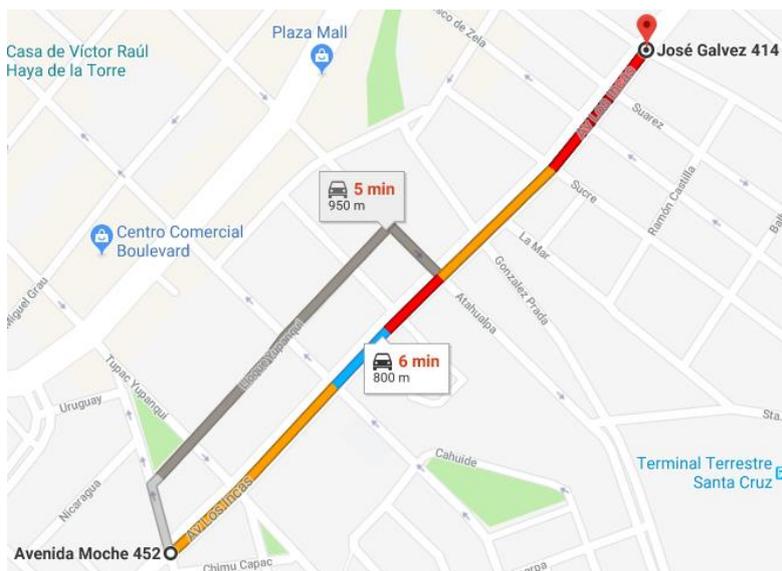


Figura 13. Mapa de ubicación de la Av. Los Incas

Fuente: Google maps

4.1.2. Procedimientos

- Observación del área de estudio para evaluar el estado de la infraestructura vial y la señalización vertical y horizontal.
- Medición de las características geométricas de la avenida.
- Toma de datos en campo como aforos vehiculares y peatonales en las horas punta de los días de mayor demanda, la composición vehicular que transita por la avenida y tiempos semafóricos.
- Evaluación del volumen vehicular e intensidad peatonal en el flujo de los 15 minutos de máxima demanda.
- Procesamiento en gabinete de los datos obtenidos para el tránsito vehicular y peatonal usando correctas metodologías.
- Determinación del nivel de servicio vehicular y peatonal de la avenida.
- Análisis de los resultados e identificación de la problemática que se presenta.
- Dar propuestas y recomendaciones para una posterior mejora.

4.1.3. Análisis Vehicular

El análisis vehicular de la Avenida Los Incas se realizó en cada intersección semaforizada a lo largo de su trayecto. Debido a la concentración de las actividades comerciales, es una zona muy transitada. Generando un mayor flujo vehicular lo que a su vez causa problemas de transporte, como congestión vehicular, accidentes, contaminación y una baja calidad del servicio de las vías.

Empezando con el estudio del tráfico, que comprende: aforo vehicular, distribución semafórica, diagnóstico de la congestión, capacidad y nivel de servicio. Posteriormente analizando los resultados para brindar propuestas de mejora ante el problema encontrado.

El aforo vehicular que se realizó en campo fue hecho para cada acceso de la Intersección, teniendo en cuenta los giros y movimientos que hacen los vehículos. Este estudio se hizo de lunes - viernes en las horas 8:00 – 9:00hs, 12:00 – 13:00hs y 18:00 – 19:00hs. Encontrando diferentes horas punta para cada intersección semaforizada.

4.1.4. Análisis Peatonal

El análisis peatonal de la Avenida Los Incas se realizó en una esquina de cada intersección semaforizada puesto que las esquinas están influidas por los flujos de cada acera confluyente, de los peatones que cruzan la calle y de los que están aguardando a que cambie la señal del semáforo. Debido a la concentración de todas estas actividades, las esquinas son tramos críticos de la red peatonal. Además, una esquina sobrecargada de gente también puede afectar a la circulación de los vehículos, primero por necesitar un tiempo adicional de señal verde del semáforo para su cruce, y segundo por producir demoras a los movimientos de giro (Manual de Capacidad de Carreteras).

Para el aforo peatonal tomado en cada esquina de intersección semaforizada se utilizó el día y la hora punta con mayor demanda del análisis vehicular.

4.1.5. Intersección Semaforizada Avenida Los Incas y Avenida Moche

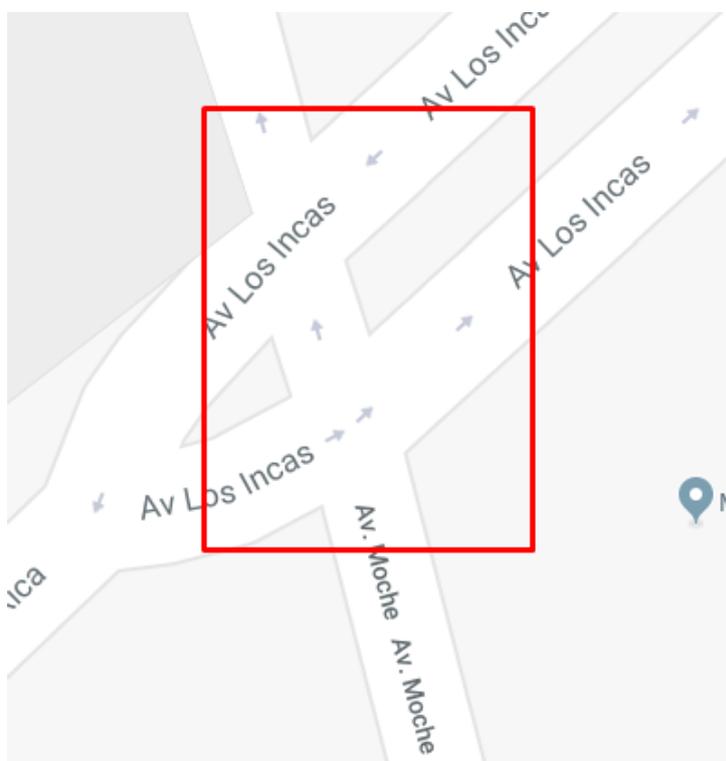


Figura 14. Mapa de ubicación de la Intersección Av. Los Incas y Av. Moche

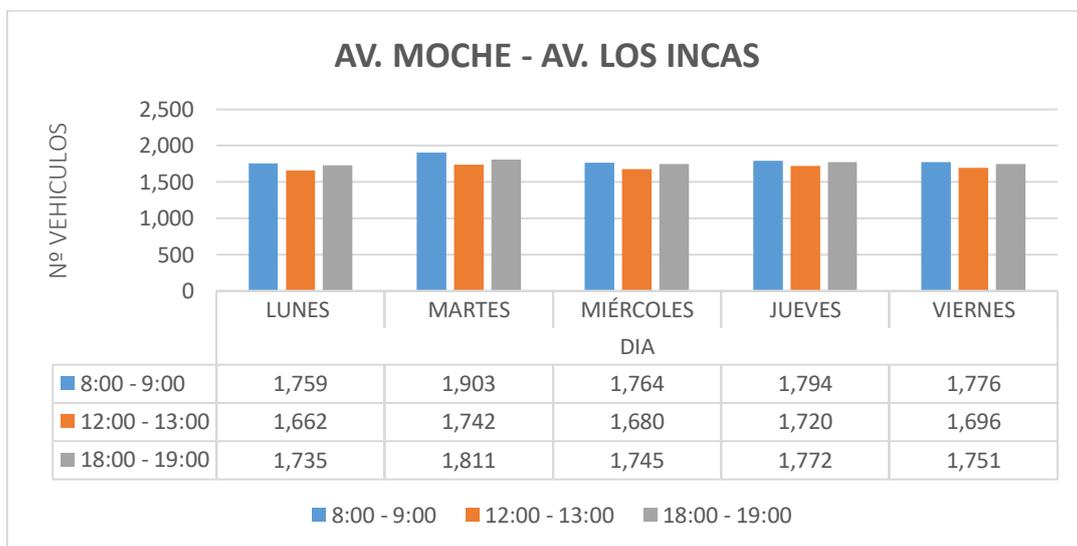
Fuente: Google maps

A. Aforo Vehicular

El aforo vehicular de la Intersección Avenida Moche y Avenida Los Incas fueron hechos de forma manual, realizándolos desde el día lunes a viernes. Se procedió a tomar los datos en las horas 8:00 a.m. a 9:00 a.m., 12:00 p.m. a 1:00 p.m. y 6:00 p.m. a 7:00 p.m.

Analizando cada uno de los datos tomados. Se obtuvo el siguiente resultado:

Gráfico 1. Aforo vehicular de la Intersección Av. Los Incas y Av. Moche



Fuente: Elaboración propia

El día de mayor Demanda Vehicular en la Intersección Avenida Moche y Avenida Los Incas es el martes entre las 8:00 a.m. a 9:00 a.m.

Para los aforos hemos identificado y tenido en cuenta los movimientos de circulación de los vehículos para cada acceso de la intersección, como se presenta en la siguiente figura:

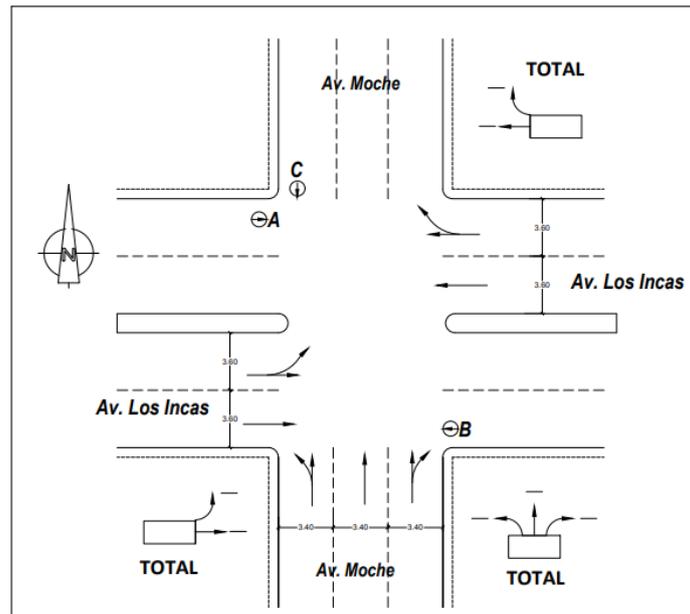


Figura 15. Intersección Av. Los Incas y Av. Moche

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra los datos de aforos vehiculares por cada 15 minutos de la mayor demanda vehicular en la Intersección Avenida Moche y Avenida los Incas del día martes entre las 8:00 a.m. a 9:00 a.m

Tabla 13. Aforos Vehiculares c/ 15 min en la Intersección Av. Los Incas y Av. Moche

AFORO DE 8:00 - 8:15hs									
TIPO DE VEHICULO	AV. LOS INCAS		AV. LOS INCAS		AV. MOCHE			TOTAL	%
	→	↗	←	↖	↑	↙	↘		
AUTOS (M1)	46	15	40	18	88	27	21	255	54.26
COMBIS (M2-III)	43	0	35	0	0	0	0	78	16.60
MICROS (M3-II)	36	0	32	0	0	0	0	68	14.47
CAMIONETAS (M1)	3	4	5	2	5	4	6	29	6.17
CAMIONES 2 EJES (N1)	2	0	3	0	0	0	0	5	1.06
MOTOS (L3)	6	3	7	4	10	2	3	35	7.45
MOTOTAXIS (L5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
								470	100.00

AFORO DE 8:15 - 8:30hs									
TIPO DE VEHICULO	AV. LOS INCAS		AV. LOS INCAS		AV. MOCHE			TOTAL	%
	→	↗	←	↖	↑	↙	↘		
AUTOS (M1)	48	18	44	17	86	30	20	263	54.23
COMBIS (M2-III)	44	0	37	0	0	0	0	81	16.70
MICROS (M3-II)	38	0	33	0	0	0	0	71	14.64
CAMIONETAS (M1)	4	3	6	2	4	4	6	29	5.98
CAMIONES 2 EJES (N1)	2	0	3	0	1	0	0	6	1.24
MOTOS (L3)	5	2	9	4	10	2	3	35	7.22
MOTOTAXIS (L5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
								485	100.00

AFORO DE 8:30 - 8:45hs

TIPO DE VEHICULO	AV. LOS INCAS		AV. LOS INCAS		AV. MOCHE			TOTAL	%
									
AUTOS (M1)	45	19	42	16	85	28	24	259	54.41
COMBIS (M2-III)	41	0	36	0	0	0	0	77	16.18
MICROS (M3-II)	36	0	32	0	0	0	0	68	14.29
CAMIONETAS (M1)	6	3	6	2	4	4	6	31	6.51
CAMIONES 2 EJES (N1)	2	0	3	0	2	0	0	7	1.47
MOTOS (L3)	6	4	8	3	8	2	3	34	7.14
MOTOTAXIS (L5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
								476	100.0

AFORO DE 8:45 - 9:00hs

TIPO DE VEHICULO	AV. LOS INCAS		AV. LOS INCAS		AV. MOCHE			TOTAL	%
									
AUTOS (M1)	46	17	40	18	85	28	26	260	55.08
COMBIS (M2-III)	40	0	35	0	0	0	0	75	15.89
MICROS (M3-II)	35	0	31	0	0	0	0	66	13.98
CAMIONETAS (M1)	3	3	4	2	6	4	6	28	5.93
CAMIONES 2 EJES (N1)	4	1	3	0	2	0	0	10	2.12
MOTOS (L3)	6	4	8	3	7	2	3	33	6.99
MOTOTAXIS (L5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
								472	100.00

MARTES	AV. LOS INCAS		AV. LOS INCAS		AV. MOCHE			TOTAL	
									
TOTAL DE VEHICULOS	547	96	502	91	403	137	127	1.903	
AUTOS (M1)	185	69	166	69	344	113	91	1037	54.49%
COMBIS (M2-III)	168	0	143	0	0	0	0	311	16.34%
MICROS (M3-II)	145	0	128	0	0	0	0	273	14.35%
CAMIONETAS (M1)	16	13	21	8	19	16	24	117	6.15%
CAMIONES 2 EJES (N1)	10	1	12	0	5	0	0	28	1.47%
MOTOS (L3)	23	13	32	14	35	8	12	137	7.20%
MOTOTAXIS (L5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
									100.00%

Fuente: Elaboración Propia.

B. Calculo del Factor Hora Punta

El momento más crítico de la Intersección Avenida Moche y Avenida Los Incas, en lo que a capacidad se basa, se produjo durante la hora punta, entre las 8:15 a.m. y 8:30 a.m. del día martes.

El Manual de Capacidad de Carreteras define al Factor de Hora Punta, como el cociente entre el flujo de vehicular de la hora punta y cuatro veces la intensidad de los 15 minutos más cargados.

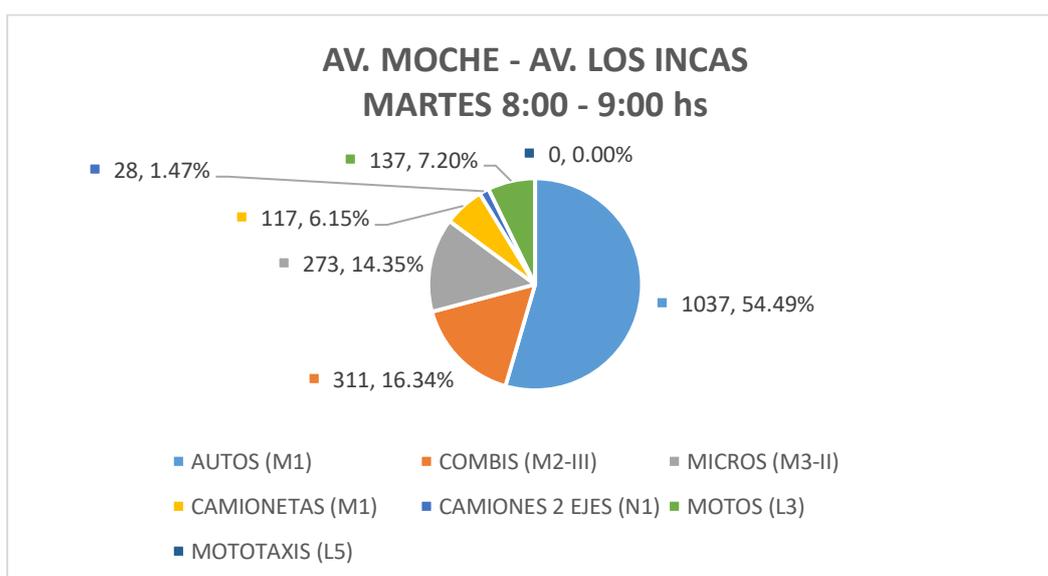
$$FHP = \frac{IHP}{4 \cdot I_{15}}$$

Reemplazando:

$$FHP = \frac{1903}{4 \times 485} = 0.98$$

Factor Hora Punta de la Intersección Avenida Moche y Avenida Los Incas:
0.98.

Gráfico 2. Porcentaje de tipos de vehículos de la Intersección Av. Los Incas y Av. Moche



Fuente: Elaboración propia

C. Evaluación del Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular

La Evaluación del Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular de la Intersección Avenida Moche y Avenida Los Incas, tuvo como fundamento el Manual de Capacidad de Carreteras.

Para una adecuada evaluación del Nivel de Servicio y Capacidad de la Intersección, obtuvimos los siguientes datos mediante mediciones realizadas en campo.

➤ **Parámetros para el Cálculo de Nivel de Servicio Vehicular**

1. Ancho de las vías.

Avenida Los Incas: 3.60 m. N° Carriles: 2.

Avenida Moche: 3.40m. N° Carriles: 3.

2. Porcentaje de Vehículos Pesados (%).

Según el Aforo Vehicular realizado en la Intersección Avenida Moche y Avenida Los Incas, el porcentaje (%) de vehículos pesados es 1,47%.

3. Pendiente de las Vías (%)

Según la entidad Transporte Metropolitano de Trujillo (TMT), la pendiente de la Avenida Moche y la Avenida Los Incas son 2% y 1% respectivamente, considerados como un terreno plano.

4. Estacionamientos de Vehículos en las vías.

Se encontraron 9 vehículos estacionados por hora en la Avenida Los Incas, sumando ambos accesos, se mostrará la cantidad exacta en la tabla de datos.

Se encontraron 7 vehículos estacionados por hora en la Avenida Moche.

5. Paradas de Autobuses.

Consideramos como paradas de autobuses, a las paradas que hacen los Micros y Combis para recoger o dejar pasajeros, debido a que esto influye negativamente en el flujo vehicular.

Se encontraron 27 paradas de micros y combis por hora en la Avenida Los Incas, sumando ambos accesos, se mostrará la cantidad exacta en la tabla de datos.

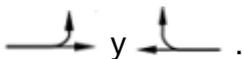
Se encontraron 0 paradas de autobuses en la Avenida Moche, debido a que por esta vía no circulan dichos vehículos.

6. Tipo de Zona de la Intersección

La Avenida Moche y la Avenida Los Incas, son zonas urbanas, según su definición, se encuentran negocios y zonas mercantiles, con un flujo de vehículos y peatones.

7. Grupos de Carril.

Hemos identificado 3 grupos de carriles:

En la Avenida Los Incas tenemos, .

En la Avenida Moche tenemos, .

8. Distribución Semafórica en la Intersección

En la Intersección Avenida Moche y Avenida Los Incas, los semáforos se encuentran distribuidos según como se muestra en la figura Intersección Av. Moche y Avenida Los Incas.

Los Semáforos fueron nombrados con las letras A, B y C.

Los Semáforos A y B, controlan el flujo vehicular de la Avenida de los Incas en ambos sentidos.

El Semáforo C, controla el flujo vehicular de la Av. Moche.

Los tiempos semafóricos fueron tomados manualmente. Y se obtuvieron la siguiente distribución semafórica.

Tabla 14. Reglaje Semafórico de la Intersección Av. Los Incas y Av. Moche

<i>Ciclo Semafórico</i>					
<i>Semaforo</i>		<i>Rojo</i>	<i>Ambar</i>	<i>Verde</i>	<i>Total</i>
A		45	 3	 52	100
B		45	 3	 52	100
C		55	 3	 42	100

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Datos de la intersección Av. Los Incas y Av. Moche

DATOS							
ACCESO		Ancho (m)	Pesados (%)	Pendiente (%)	Estacionam. (veh/h)	Parada Autobus/h	Tipo de Zona
Av. Los Incas		3.60	1.47%	1%	6	15	Zona Urbana
		3.60	1.47%	1%	3	12	Zona Urbana
Av. Moche		3.40	1.47%	2%	7	0	Zona Urbana

Fuente: Elaboración propia

9. Factores de Corrección

9.1. Factor Verde de Grupo de Carriles (fv):

- Para Avenida Los Incas ambos accesos:

$$fv = \frac{\text{fase verde}}{\text{ciclo total semafórico}}$$

$$fv = \frac{52}{100}$$

$$fv = 0.520$$

- Para Avenida Moche:

$$fv = \frac{42}{100}$$

$$fv = 0.420$$

9.2. Factor Anchura de Carril (fA)

- Para Avenida Los Incas ambos accesos:

$$fA = 1 + \frac{A - 3.60}{9} = 1.$$

- Para Avenida Moche:

$$fA = 0.978.$$

9.3. Factor Vehículos Pesados (fP)

- Para Avenida Los Incas ambos accesos:

$$fp = \frac{1}{1xVeh.Pes(\%)}$$

$$fp = \frac{1}{1x1.47\%} = 0.986$$

• Para Avenida Moche:

$$fp = \frac{1}{1x1.47\%} = 0.986$$

9.4. Factor Inclinación (fi)

• Para Avenida Los Incas ambos accesos:

$$fi = 1 - \frac{Pendiente(\%)}{2}$$

$$fi = 1 - \frac{1(\%)}{2} = 0.995$$

• Para Avenida Moche:

$$fi = 1 - \frac{2(\%)}{2} = 0.990$$

9.5. Factor de Estacionamiento (fe)

• Para Avenida Los Incas acceso OESTE:

$$fe = 1 - \frac{0.1}{N^{\circ} carril} - \frac{18xN^{\circ} estacionamientos}{3600 x N^{\circ} carril}$$

$$fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18x6}{3600 x 2} = 0.935$$

• Para Avenida Los Incas acceso ESTE:

$$fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18x3}{3600 x 2} = 0.943$$

• Para Avenida Moche:

$$f_e = 1 - \frac{0.1}{3} - \frac{18 \times 7}{3600 \times 3} = 0.955$$

9.6. Factor Parada de Autobús (fbb)

• Para Avenida Los Incas acceso OESTE:

$$fbb = 1 - \frac{14.4 \times N^{\circ} \text{ autobuses}}{3600 \times N^{\circ} \text{ carril}}$$

$$fbb = 1 - \frac{14.4 \times 15}{3600 \times 2} = 0.970$$

• Para Avenida Los Incas acceso ESTE:

$$fbb = 1 - \frac{14.4 \times 12}{3600 \times 2} = 0.976$$

• Para Avenida Moche:

$$fbb = 1 - \frac{14.4 \times 0}{3600 \times 3} = 1$$

9.7. Factor giros a la derecha (fgd)

Ver tabla 8: Factor de giros a la derecha.

Tabla 16. Giros de la intersección Av. Los Incas y Av. Moche

Giros								
	Av. Los Incas		Av. Los Incas		Av. Moche			TOTAL
								
CANTIDAD VEHICULOS POR ACCESO	547	96	502	91	403	137	127	1.903
	643		593		667			

<i>Accesos</i>			<i>Prop. giros derecha</i>	<i>Factor giro derecha</i>
<i>Av. Los Incas</i>	OESTE		0	1
	ESTE		0.153	0.977
<i>Av. Moche</i>	SUR		0.19	0.972

Fuente: Elaboración Propia.

9.8. Factor giros a la izquierda (fji)

Ver tabla 9: Factor de giros a la izquierda.

Tabla 17. Giros de la intersección Av. Los Incas y Av. Moche

	Giros							TOTAL
	Av. Los Incas		Av. Los Incas		Av. Moche			
								
CANTIDAD VEHICULOS POR ACCESO	547	96	502	91	403	137	127	1.903
	643		593		667			

<i>Accesos</i>			<i>Prop. giros izquierda</i>	<i>Factor giro izquierda</i>
<i>Av. Los Incas</i>	OESTE		0.149	0.93
	ESTE		0	1
<i>Av. Moche</i>	SUR		0.205	0.898

Fuente: Elaboración Propia.

9.9. Factor Tipo de Zona (far)

Ver tabla 6: Factor Tipo de Zona (far)

Para Zona Urbana: 0.900

➤ Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular

1. Capacidad Vehicular Real (v/h)

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

Tabla 18. Capacidad Vehicular de la Int. Av. Los Incas y Av. Moche

Accesos		Carril/grupo	fv	fa	fp	fi	fe	fbb	fgd	fgi	far	Capacidad Real (v/h)
Av. Los Incas	OESTE 	2	0.520	1.000	0.986	0.995	0.935	0.970	1.000	0.930	0.900	1472
	ESTE 	2	0.520	1.000	0.986	0.995	0.943	0.976	0.977	1.000	0.900	1569
Av. Moche	SUR 	3	0.420	0.978	0.986	0.990	0.955	1.000	0.972	0.898	0.900	1715

Fuente: Elaboración Propia.

2. Intensidad Circulante (v/h)

Tabla 19. Intensidad vehicular de la Int. Av. Los Incas y Av. Moche

Giros								
	Av. Los Incas		Av. Los Incas		Av. Moche			TOTAL
								
CANTIDAD VEHICULOS POR ACCESO	547	96	502	91	403	137	127	1.903
	643		593		667			

Fuente: Elaboración Propia.

- Para Avenida los Incas acceso OESTE:

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{643}{0.98} = 656 \text{ veh/h}$$

- Para Avenida los Incas acceso ESTE:

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{593}{0.98} = 605 \text{ veh/h}$$

- Para Avenida Moche acceso SUR:

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{667}{0.98} = 681 \text{ veh/h}$$

3. Calculo del Cociente (I/C)

- Para Avenida los Incas acceso OESTE:

$$\frac{I}{C} = \frac{656}{1472} = 0.446$$

- Para Avenida los Incas acceso ESTE:

$$\frac{I}{C} = \frac{605}{1569} = 0.386$$

- Para Avenida Moche acceso SUR:

$$\frac{I}{C} = \frac{681}{1715} = 0.397$$

➤ Nivel de Servicio de Cada Acceso

$$d = 0.38C \times \frac{(1 - fv)^2}{1 - fv \times I/C} + 173 (I/C)^2 \times \sqrt{(I/C - 1)^2 + 16 \times (I/C)^2}$$

Dónde C = Ciclo total Semafórico = 100 para la Intersección.

Nivel de Servicio	Demora Media (s/veh)
A	$d < 6$
B	$5 < d < 16$
C	$15 < d < 26$
D	$25 < d < 41$
E	$40 < d < 61$
F	$d > 60$

Fuente: Manual de Carreteras

Reemplazando tenemos que:

Tabla 20. Nivel de Servicio Vehicular Int. Av. Los Incas y Av. Moche

Accesos			f_v	i/c	Demora acceso (seg)	NS ACCESO
Av. Los Incas	OESTE		0.520	0.446	75.683	F
	ESTE		0.520	0.386	53.784	E
Av. Moche	SUR		0.420	0.397	61.657	F

Fuente: Elaboración propia

➤ Nivel de Servicio de la Intersección

$$d_{interseccion} = \frac{\sum demora_{acceso} \times Intensidad_{acceso}}{\sum Intensidad_{acceso}}$$

$$d_{interseccion} = \frac{75.683 \times 656 + 53.784 \times 605 + 61.657 \times 681}{656 + 605 + 681} = 64 \text{ seg} = NS F$$

Entonces el Nivel de Servicio de la Intersección Avenida Los Incas y Avenida Moche es F.

D. Aforo Peatonal

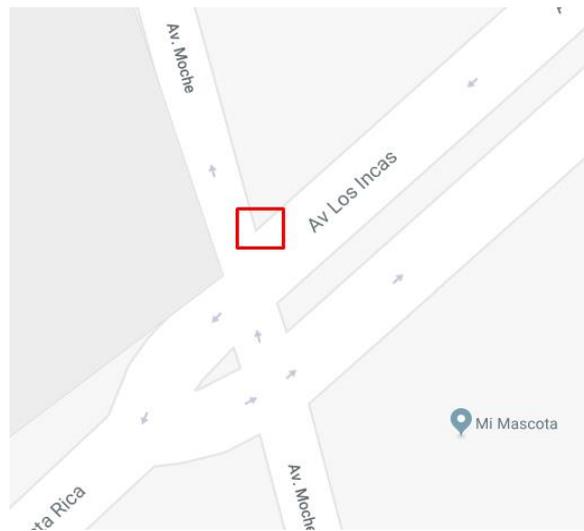
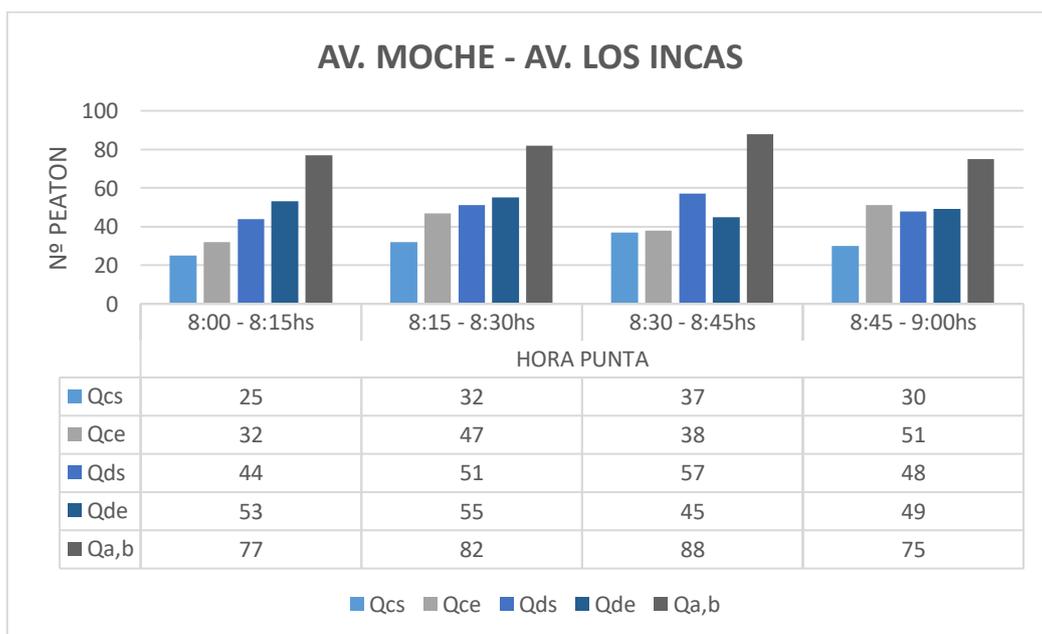


Figura 16 Mapa de ubicación de esquina de la intersección Av. Los Incas y Av. Moche

Fuente: Google maps

El conteo peatonal se realizó el día martes de 8:00 a.m. a 9:00 a.m. puesto que es el día y hora con mayor demanda vehicular y mayor movimiento de dicha intersección semaforizada.

Gráfico 3. Aforo peatonal de la esquina de la Intersección Av. Los Incas y Av. Moche



Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 21 presenta los datos geométricos y el reglaje semafórico para el análisis peatonal de la esquina de los cuales hicimos la medición y recolección correspondiente, cabe resaltar que las restricciones que se pudieron observar fueron los postes de alumbrado público cuyas dimensiones las basamos en la tabla n° denominada límites de la vía peatonal del Manual de Capacidad Carreteras (HCM).

Tabla 21. Datos para el análisis peatonal de la esquina de la Intersección Av. Los Incas y Av. Moche

DATOS	AV. LOS INCAS	AV. MOCHE
Ancho Total de Acera(m)	3.5	2.3
Radio de Esquina (m)	8	8
Restricciones (m2)	0.75	0.75
REGLAJE SEMÁFORICO	AV. LOS INCAS	AV. MOCHE
Verde/Ámbar (seg.)	45	55
Rojo (seg.)	55	45
Ciclo (seg.)	100	100

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 15 presenta las intensidades peatonales de los quince minutos de mayor flujo peatonal identificados de la hora punta que son de 8:30 a.m. a 8:45 a.m. Los cuales van a ser utilizados para determinar el nivel de servicio de la esquina.

Tabla 22. Intensidades peatonales de los 15 minutos de mayor flujo de la esquina de la intersección Av. Los Incas y Av. Moche

INTENSIDAD PEATONAL	AFORO PEATONAL 15 MINUTOS PUNTA	INTENSIDAD MEDIA (PT/MIN)	INTENSIDAD MEDIA POR CICLO (PT/C)
lcs	32	2	4
lce	47	3	5
lds	51	3	6
lde	55	4	6
la,b	82	5	9
TOTAL	267	18	30

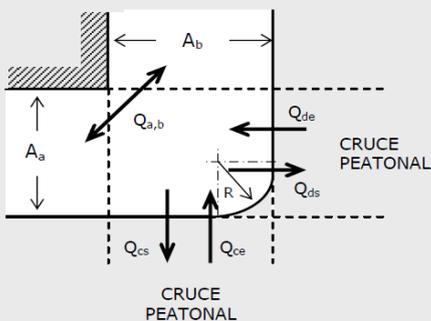
Fuente: Elaboración propia

➤ **Cálculo del Nivel de Servicio Peatonal**

Para el cálculo del nivel de servicio se utilizó la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM).

Tabla 23 Análisis del Nivel de Servicio Peatonal HCM en esquina de Intersección Av. Los Incas y Av. Moche

REGLAJE SEMAFÓRICO	INTENSIDADES PEATONALES		
	Intensidad	Pt/Min	Pt/C
Ciclo = 100 s	I _{cs}	2	4
V _p = 45 s	I _{ce}	3	5
R _p = 55 s	I _{ds}	3	6
V _s = 55 s	I _{de}	4	6
R _s = 45 s	I _{a,b}	5	9

	
Superficie Neta de la Esquina	$S = A_a \cdot A_b - 0.215 \cdot R - \sum K_i = 4.83 \text{ m}^2$
Tiempo-Espacio Disponible	$TS = S \cdot C/60 = 8.05 \text{ m}^2/\text{min}$
Tiempos de Espera en las Zonas de Espera	$t_{cs} = \frac{1}{2} \cdot \frac{I_{cs}}{C} \cdot \frac{R_c^2}{60} = 0.90 \text{ pt.min}$ $t_{ds} = \frac{1}{2} \cdot \frac{I_{ds}}{C} \cdot \frac{R_d^2}{60} = 0.96 \text{ pt.min}$
Tiempo-Espacio de la Zona de Espera	$TS_R = 0.45 \cdot (t_{cs} + t_{ds}) = 0.83 \text{ m}^2.\text{min}$
Tiempo-Espacio de Circulación	$TS_D = TS - TS_R = 7.22 \text{ m}^2.\text{min}$
Intensidad Total de Circulación	$I_C = I_{ce} + I_{cs} + I_{de} + I_{ds} + I_{a,b} = 30 \text{ pt}$
Tiempo Total de Circulación	$t_c = I_C \cdot \frac{4}{60} = 2.0 \text{ pt.min}$
Superficie Peatonal	$\Omega = TS_D / t_c = 3.65 \text{ m}^2/\text{pt}$
NIVEL DE SERVICIO	B

Fuente: Elaboración propia

4.1.6. Intersección Semaforzada Avenida Los Incas y Calle Túpac Yupanqui

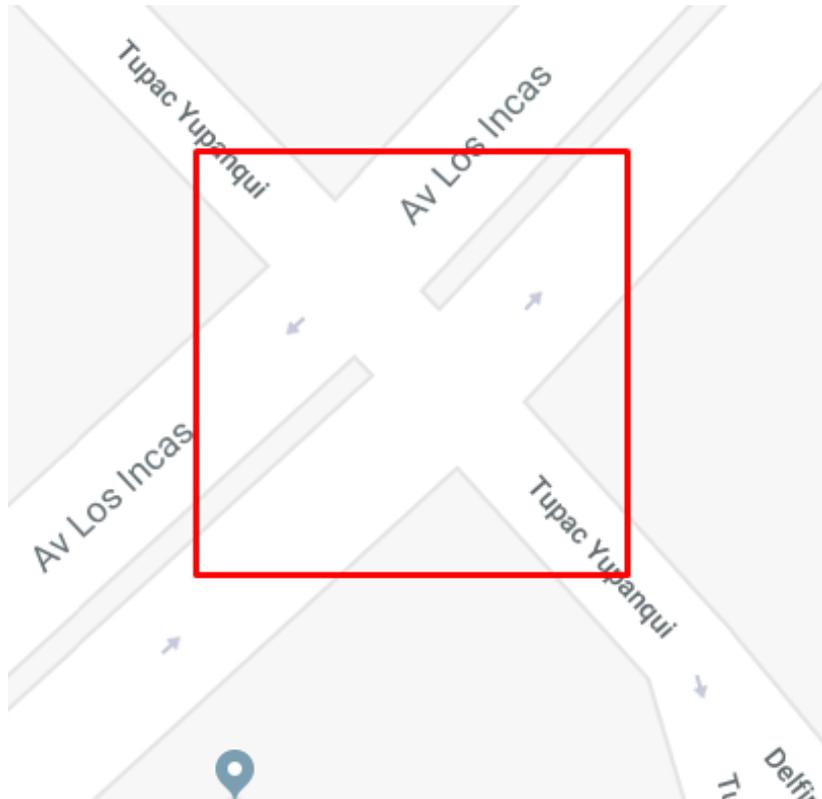


Figura 17 Mapa de ubicación de la Intersección Av. Los Incas y Calle Túpac Yupanqui

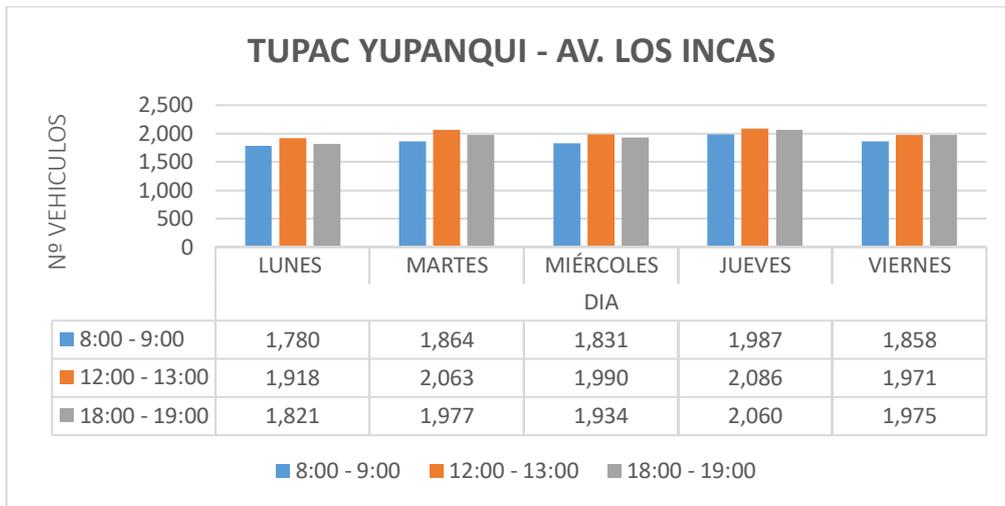
Fuente: Google maps

A. Aforo Vehicular

El aforo vehicular de la Intersección Calle Túpac Yupanqui y Avenida Los Incas fueron hechos de forma manual, realizándolos desde el día lunes a viernes. Se procedió a tomar los datos en las horas 8:00 a.m. a 9:00 a.m., 12:00 p.m. a 1:00 p.m. y 6:00 p.m. a 7:00 p.m.

Analizando cada uno de los datos tomados. Se obtuvo el siguiente resultado:

Gráfico 4. Aforo vehicular de la Intersección Av. Los Incas y Calle Túpac Yupanqui



Fuente: Elaboración propia

El día de mayor Demanda Vehicular en la Intersección Calle Túpac Yupanqui y Avenida Los Incas es el día jueves entre las 12:00 p.m. a 1:00 p.m.

Para los aforos hemos identificado y tenido en cuenta los movimientos de circulación de los vehículos para cada acceso de la intersección, como se presenta en la siguiente figura:

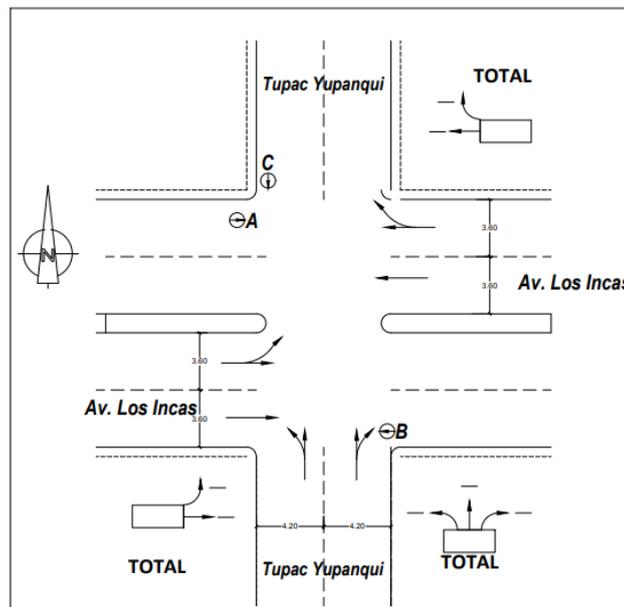


Figura 18. Figura: Intersección Calle Túpac Yupanqui y Av. Los Incas.

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se muestra los datos de aforos vehiculares por cada 15 minutos de la mayor demanda vehicular en la Intersección Calle Túpac Yupanqui y Avenida los Incas del día jueves entre las 12:00 p.m. a 1:00 p.m.

Tabla 24. Aforo vehicular c/15 min de la intersección Av. Los Incas y Ca. Túpac Yupanqui

AFORO DE 12:00 - 12:15hs

TIPO DE VEHICULO	AV. LOS INCAS		AV. LOS INCAS		CA. TUPAC YUPANQUI			TOTAL	%
									
AUTOS (M1)	49	18	54	3	87	34	38	283	54.53
COMBIS (M2-III)	36	0	30	19	0	0	0	85	16.38
MICROS (M3-II)	42	0	37	3	0	0	0	82	15.80
CAMIONETAS (M1)	5	3	5	0	7	3	4	27	5.20
CAMIONES 2 EJES (N1)	1	3	1	0	2	0	0	7	1.35
MOTOS (L3)	4	5	7	0	12	4	2	34	6.55
MOTOTAXIS (L5)	1	0	0	0	0	0	0	1	0.19
								519	100.00

AFORO DE 12:15 - 12:30hs

TIPO DE VEHICULO	AV. LOS INCAS		AV. LOS INCAS		CA. TUPAC YUPANQUI			TOTAL	%
									
AUTOS (M1)	44	17	57	3	89	36	28	274	52.59
COMBIS (M2-III)	37	0	32	20	0	0	0	89	17.08
MICROS (M3-II)	45	0	40	3	0	0	0	88	16.89
CAMIONETAS (M1)	5	5	5	0	5	3	5	28	5.37
CAMIONES 2 EJES (N1)	1	2	2	0	2	0	0	7	1.34
MOTOS (L3)	7	6	4	0	11	4	3	35	6.72
MOTOTAXIS (L5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
								521	100.00

AFORO DE 12:30 - 12:45hs

TIPO DE VEHICULO	AV. LOS INCAS		AV. LOS INCAS		CA. TUPAC YUPANQUI			TOTAL	%
									
AUTOS (M1)	45	23	55	2	95	33	21	274	51.12
COMBIS (M2-III)	37	5	35	20	0	0	0	97	18.10
MICROS (M3-II)	48	0	43	2	0	0	0	93	17.35
CAMIONETAS (M1)	4	8	5	0	4	3	5	29	5.41
CAMIONES 2 EJES (N1)	1	3	1	0	2	0	0	7	1.31
MOTOS (L3)	5	11	4	0	8	4	3	35	6.53
MOTOTAXIS (L5)	0	0	1	0	0	0	0	1	0.19
								536	100.00

TIPO DE VEHICULO	AV. LOS INCAS		AV. LOS INCAS		CA. TUPAC YUPANQUI			TOTAL	%
AUTOS (M1)	46	17	56	3	87	36	22	267	52.35
COMBIS (M2-III)	37	0	33	19	0	0	0	89	17.45
MICROS (M3-II)	46	0	39	2	0	0	0	87	17.06
CAMIONETAS (M1)	4	6	5	0	5	2	3	25	4.90
CAMIONES 2 EJES (N1)	0	2	1	0	1	0	0	4	0.78
MOTOS (L3)	5	4	7	0	12	3	6	37	7.25
MOTOTAXIS (L5)	0	0	1	0	0	0	0	1	0.20
								510	100.00

JUEVES	AV. LOS INCAS		AV. LOS INCAS		CA. TUPAC YUPANQUI			TOTAL	
TOTAL DE VEHICULOS	555	138	560	99	429	165	140	2,086	
AUTOS (M1)	184	75	222	11	358	139	109	1098	52.64%
COMBIS (M2-III)	147	5	130	78	0	0	0	360	17.26%
MICROS (M3-II)	181	0	159	10	0	0	0	350	16.78%
CAMIONETAS (M1)	18	22	20	0	21	11	17	109	5.23%
CAMIONES 2 EJES (N1)	3	10	5	0	7	0	0	25	1.20%
MOTOS (L3)	21	26	22	0	43	15	14	141	6.76%
MOTOTAXIS (L5)	1	0	2	0	0	0	0	3	0.14%
									100.00%

Fuente: Elaboración propia

B. Calculo del Factor Hora Punta

El momento más crítico de la Intersección Calle Tupac Yupanqui y Avenida Los Incas, en lo que a capacidad se basa, se produjo durante la hora punta, es decir entre las 12:30 p.m. a 12:45 p.m. del día jueves.

El Manual de Capacidad de Carreteras define al Factor de Hora Punta, como el cociente entre el flujo de vehicular de la hora punta y cuatro veces la intensidad de los 15 minutos más cargados.

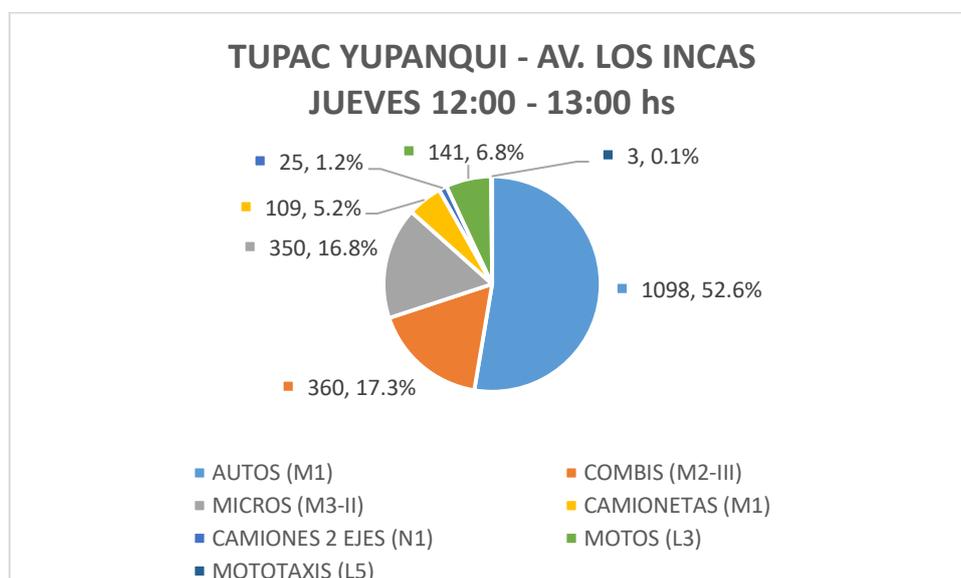
$$FHP = \frac{IHP}{4 \cdot I_{15}}$$

Reemplazando:

$$FHP = \frac{2086}{4 \times 536} = 0.97$$

Factor Hora Punta de la Intersección Avenida Moche y Avenida Los Incas:
0.97.

Tabla 25. Porcentaje de tipos de vehículos de la Intersección Av. Los Incas y Calle Túpac Yupanqui



Fuente: Elaboración propia

C. Evaluación del Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular

La Evaluación del Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular de la Intersección Calle Túpac Yupanqui y Avenida Los Incas, tuvo como fundamento el Manual de Capacidad de Carreteras.

Para una adecuada evaluación del Nivel de Servicio y Capacidad de la Intersección, obtuvimos los siguientes datos mediante mediciones realizadas en campo.

➤ Parámetros para el Cálculo de Nivel de Servicio Vehicular

1. Ancho de las vías.

Avenida Los Incas: 3.60 m. N° Carriles: 2.

Calle Túpac Yupanqui: 4.20 m. N° Carriles: 2.

2. Porcentaje de Vehículos Pesados (%).

Según el Aforo Vehicular realizado en la Intersección Calle Túpac Yupanqui y Avenida Los Incas, el porcentaje (%) de vehículos pesados es 1.20%.

3. Pendiente de las Vías (%)

Según la entidad Transporte Metropolitano de Trujillo (TMT), la pendiente de la Calle Túpac Yupanqui y la Avenida Los Incas son 1% y 1% respectivamente, considerados como un terreno plano.

4. Estacionamientos de Vehículos en las vías.

Se encontraron 6 vehículos estacionados por hora en la Avenida Los Incas, sumando ambos accesos, se mostrará la cantidad exacta en la tabla de datos.

Se encontraron 5 vehículos estacionados por hora en la Calle Túpac Yupanqui.

5. Paradas de Autobuses.

Consideramos como paradas de autobuses, a las paradas que hacen los Micros y Combis para recoger o dejar pasajeros, debido a que esto influye negativamente en el flujo vehicular.

Se encontraron 43 paradas de micros y combis por hora en la Avenida Los Incas, sumando ambos accesos, se mostrará la cantidad exacta en la tabla de datos.

Se encontraron 0 paradas de autobuses en la Calle Túpac Yupanqui, debido a que por esta vía no circulan dichos vehículos.

6. Tipo de Zona de la Intersección

La Calle Túpac Yupanqui y la Avenida Los Incas, son zonas urbanas, según su definición, se encuentran negocios y zonas mercantiles, con un flujo de vehículos y peatones.

7. Grupos de Carril.

Hemos identificado 3 grupos de carriles:

En la Avenida Los Incas tenemos,  y .

En la Calle Túpac Yupanqui, tenemos .

8. Distribución Semafórica en la Intersección

En la Intersección Avenida Moche y Avenida Los Incas, los semáforos se encuentran distribuidos según como se muestra en la figura Intersección Calle Túpac Yupanqui y Avenida Los Incas.

Los Semáforos fueron nombrados con las letras A, B y C.

Los Semáforos A y B, controlan el flujo vehicular de la Avenida de los Incas en ambos sentidos.

El Semáforo C, controla el flujo vehicular de la Calle Túpac Yupanqui.

Los tiempos semafóricos fueron tomados manualmente. Y se obtuvieron la siguiente distribución semafórica.

Tabla 26. Reglaje Semafórico de la Intersección Av. Los Incas y Calle Túpac Yupanqui

Ciclo Semafórico								
Semaforo		Rojo		Ambar		Verde		Total
A		45		3		52		100
B		45		3		52		100
C		55		3		42		100

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Datos de la intersección Av. Los Incas y Ca. Túpac Yupanqui

DATOS							
ACCESO		Ancho (m)	Pesados (%)	Pendiente (%)	Estacionam. (veh/h)	Parada Autobus/h	Tipo de Zona
Av. Los Incas		3.60	1.2%	1%	4	25	Zona Urbana
		3.60	1.2%	1%	5	18	Zona Urbana
Calle Tupac Yupanqui		4.20	1.2%	1%	5	0	Zona Urbana

Fuente: Elaboración Propia

9. Factores de Corrección

9.1. Factor Verde de Grupo de Carriles (fv):

- Para Avenida Los Incas ambos accesos:

$$fv = \frac{\text{fase verde}}{\text{ciclo total semaforico}}$$

$$fv = \frac{52}{100}$$

$$fv = 0.520$$

- Para Calle Túpac Yupanqui acceso NORTE:

$$fv = \frac{42}{100}$$

$$fv = 0.420$$

9.2. Factor Anchura de Carril (fA)

- Para Avenida Los Incas ambos accesos:

$$fA = 1 + \frac{A - 3.60}{9} = 1$$

- Para Calle Túpac Yupanqui acceso NORTE:

$$fA = 1.067$$

9.3. Factor Vehículos Pesados (fP)

- Para Avenida Los Incas ambos accesos:

$$fp = \frac{1}{1xVeh.Pes(\%)}$$

$$fp = \frac{1}{1x1.20\%} = 0.988$$

- Para Calle Túpac Yupanqui acceso NORTE:

$$fp = \frac{1}{1 \times 1.2\%} = 0.988$$

9.4. Factor Inclinación (fi)

- Para Avenida Los Incas ambos accesos:

$$fi = 1 - \frac{\text{Pendiente}(\%)}{2}$$

$$fi = 1 - \frac{1(\%)}{2} = 0.995$$

- Para Calle Túpac Yupanqui acceso NORTE:

$$fi = 1 - \frac{1(\%)}{2} = 0.995$$

9.5. Factor de Estacionamiento (fe)

- Para Avenida Los Incas acceso OESTE:

$$fe = 1 - \frac{0.1}{N^{\circ} \text{ carril}} - \frac{18 \times N^{\circ} \text{ estacionamientos}}{3600 \times N^{\circ} \text{ carril}}$$

$$fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 \times 4}{3600 \times 2} = 0.940$$

- Para Avenida Los Incas acceso ESTE:

$$fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 \times 2}{3600 \times 2} = 0.945$$

- Para Calle Túpac Yupanqui acceso NORTE:

$$fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 \times 5}{3600 \times 2} = 0.958$$

9.6. Factor Parada de Autobús (fbb)

- Para Avenida Los Incas acceso OESTE:

$$fbb = 1 - \frac{14.4 \times N^{\circ} \text{ autobuses}}{3600 \times N^{\circ} \text{ carril}}$$

$$fbb = 1 - \frac{14.4 \times 25}{3600 \times 2} = 0.950$$

- Para Avenida Los Incas acceso ESTE:

$$fbb = 1 - \frac{14.4 \times 18}{3600 \times 2} = 0.964$$

- Para Calle Túpac Yupanqui acceso NORTE:

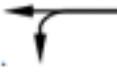
$$fbb = 1 - \frac{14.4 \times 0}{3600 \times 2} = 1$$

9.7. Factor giros a la derecha (fgd)

Ver tabla 8: Factor de giros a la derecha.

Tabla 28. Giros de la Int. Av. Los Incas y Ca. Túpac Yupanqui.

Giros								
	Av. Los Incas		Av. Los Incas		Tupac Yupanqui			TOTAL
								
CANTIDAD VEHICULOS POR ACCESO	555	138	560	99	429	165	140	2.086
	693		659		734			

Accesos			Prop. giros derecha	Factor giro derecha
Av. Los Incas	OESTE		0.199	0.97
	ESTE		0	1
Calle Tupac Yupanqui	NORTE		0.225	0.966

Fuente Elaboración propia.

9.8. Factor giros a la izquierda (fji)

Ver tabla 9: Factor de giros a la izquierda.

Tabla 29. Giros de la Int. Av. Los Incas y Ca. Túpac Yupanqui

	Giros							TOTAL
	Av. Los Incas		Av. Los Incas		Tupac Yupanqui			
								
CANTIDAD VEHICULOS POR ACCESO	555	138	560	99	429	165	140	2.086
	693		659		734			

Accesos			Prop. giros izquierda	Factor giro izquierda
Av. Los Incas	OESTE		0	1
	ESTE		0.15	0.922
Calle Tupac Yupanqui	NORTE		0.191	0.902

Fuente. Elaboración propia

9.9. Factor Tipo de Zona (far)

Ver tabla 6: Factor Tipo de Zona (far)

Para Zona Urbana: 0.900

➤ Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular

1. Capacidad Vehicular Real (v/h)

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

Tabla 30. Capacidad Vehicular de la Int. Av. Los Incas y Ca. Túpac Yupanqui

Accesos		Carril/grupo	fv	fa	fp	fi	fe	fbb	fgd	fgi	far	Capacidad Real (v/h)
Av. Los Incas	OESTE 	2	0.520	1.000	0.988	0.995	0.940	0.950	0.970	1.000	0.900	1514
	ESTE 	2	0.520	1.000	0.988	0.995	0.938	0.964	1.000	0.922	0.900	1458
Calle Tupac Yupanqui	NORTE 	3	0.420	1.067	0.988	0.995	0.958	1.000	0.966	0.902	0.900	1887

Fuente Elaboración Propia

2. Intensidad Circulante (v/h)

Tabla 31. Intensidad vehicular de la Int. Av. Los Incas y Ca. Túpac Yupanqui

	Giros							TOTAL
	Av. Los Incas		Av. Los Incas		Tupac Yupanqui			
								
CANTIDAD VEHICULOS POR ACCESO	555	138	560	99	429	165	140	2.086
	693		659		734			

Fuente Elaboración Propia

- Para Avenida los Incas acceso OESTE:

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{693}{0.97} = 714 \text{ veh/h}$$

- Para Avenida los Incas acceso ESTE:

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{659}{0.97} = 679 \text{ veh/h}$$

- Para Calle Túpac Yupanqui acceso NORTE:

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{734}{0.97} = 757 \text{ veh/h}$$

3. Calculo del Cociente (I/C)

- Para Avenida los Incas acceso OESTE:

$$\frac{I}{C} = \frac{714}{1514} = 0.472$$

- Para Avenida los Incas acceso ESTE:

$$\frac{I}{C} = \frac{679}{1458} = 0.466$$

- Para Calle Túpac Yupanqui acceso NORTE:

$$\frac{I}{C} = \frac{757}{1887} = 0.401$$

➤ Nivel de Servicio de Cada Acceso

$$d = 0.38C \times \frac{(1 - fv)^2}{1 - fv \times I/C} + 173 (I/C)^2 \times \sqrt{(I/C - 1)^2 + 16 \times (I/C)^2}$$

Dónde C = Ciclo total Semafórico = 100 para la Intersección.

Nivel de Servicio	Demora Media (s/veh)
A	$d < 6$
B	$5 < d < 16$
C	$15 < d < 26$
D	$25 < d < 41$
E	$40 < d < 61$
F	$d > 60$

Fuente: Manual de Carreteras

Reemplazando tenemos que:

Tabla 32 Nivel de Servicio Vehicular de la Int. Av. Los Incas y Ca. Túpac Yupanqui

Accesos		f_v	i/c	Demora acceso (seg)	NS ACCESO
Av. Los Incas	OESTE 	0.520	0.472	87.162	F
	ESTE 	0.520	0.466	84.399	F
Calle Tupac Yupanqui	NORTE 	0.420	0.401	63.003	F

Fuente: Elaboración Propia.

➤ Nivel de Servicio de la Intersección

$$d_{interseccion} = \frac{\sum demora_{acceso} \times Intensidad_{acceso}}{\sum Intensidad_{acceso}}$$

$$d_{interseccion} = \frac{87.162 \times 714 + 84.399 \times 679 + 63.003 \times 757}{714 + 679 + 757} = 78 \text{ seg} = NS F$$

Entonces el Nivel de Servicio de la Intersección Calle Túpac Yupanqui y Avenida Los Incas es F.

D. Aforo Peatonal

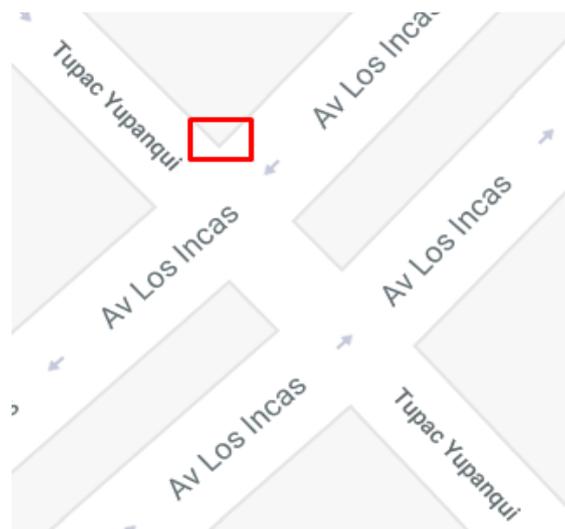
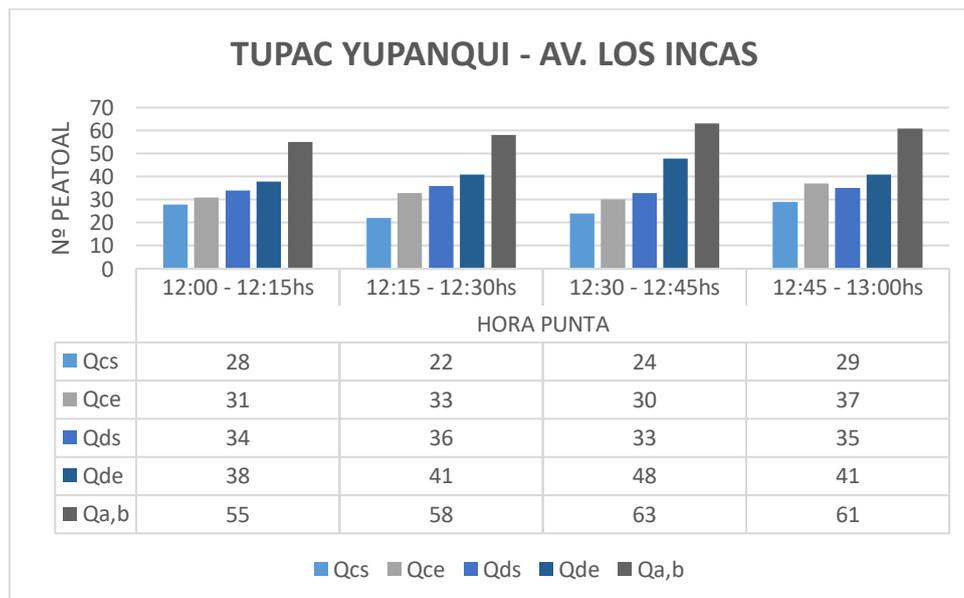


Figura 19 Mapa de ubicación de esquina de la intersección Av. Los Incas y Calle Túpac Yupanqui

Fuente: Google maps

El conteo peatonal se realizó el día jueves de 12:00 p.m. a 1:00 p.m. puesto que es el día y hora con mayor demanda vehicular y mayor movimiento de dicha intersección semaforizada.

Gráfico 5. Aforo peatonal de la esquina de la Intersección Av. Los Incas y Calle Túpac Yupanqui



Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 33 presenta los datos geométricos y el reglaje semafórico para el análisis peatonal de la esquina de los cuales hicimos la medición y recolección correspondiente, cabe resaltar que las restricciones que se pudieron observar fueron los postes de alumbrado público cuyas dimensiones las basamos en la tabla n° denominada límites de la vía peatonal del Manual de Capacidad Carreteras (HCM).

Tabla 33 Datos para el análisis peatonal de la esquina de la Intersección Av. Los Incas y Calle Túpac Yupanqui

DATOS	AV. LOS INCAS	CALLE TUPAC YUPANQUI
Ancho Total de Acera(m)	2.45	1.5
Radio de Esquina (m)	6	6
Restricciones (m2)	0	0.75
REGLAJE SEMÁFORICO	AV. LOS INCAS	CALLE TUPAC YUPANQUI
Verde/Ámbar (seg.)	45	55
Rojo (seg.)	55	45
Ciclo (seg.)	100	100

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 34 presenta las intensidades peatonales de los quince minutos de mayor flujo peatonal identificados de la hora punta que son de 12:45 p.m. a 1:00 p.m. Los cuales van a ser utilizados para determinar el nivel de servicio de la esquina.

Tabla 34 Intensidades peatonales de los 15 minutos de mayor flujo de la esquina de la intersección Av. Los Incas y Calle Túpac Yupanqui

INTENSIDAD PEATONAL	AFORO PEATONAL 15 MINUTOS PUNTA	INTENSIDAD MEDIA (PT/MIN)	INTENSIDAD MEDIA POR CICLO (PT/C)
Ics	29	2	3
Ice	37	2	4
Ids	35	2	4
Ide	41	3	5
Ia,b	61	4	7
TOTAL	203	14	23

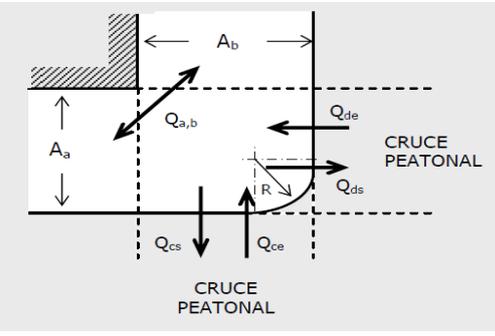
Fuente: Elaboración propia

➤ **Cálculo del Nivel de Servicio Peatonal**

Para el cálculo del nivel de servicio se utilizó la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM).

Tabla 35 Análisis del Nivel de Servicio Peatonal HCM en esquina de Intersección Av. Los Incas y Calle Túpac Yupanqui

REGLAJE SEMAFÓRICO	INTENSIDADES PEATONALES		
	Intensidad	Pt/Min	Pt/C
Ciclo = 100 s	I _{cs}	2	3
Vp = 45 s	I _{ce}	2	4
Rp = 55 s	I _{ds}	2	4
Vs = 55 s	I _{de}	3	5
Rs = 45 s	I _{a,b}	4	7

	
Superficie Neta de la Esquina	$S = A_a \cdot A_b - 0.215 \cdot R - \sum K_i = 1.64 \text{ m}^2$
Tiempo-Espacio Disponible	$TS = S \cdot C/60 = 2.73 \text{ m}^2/\text{min}$
Tiempos de Espera en las Zonas de Espera	$t_{cs} = \frac{1}{2} \cdot \frac{I_{cs}}{C} \cdot \frac{R_c^2}{60} = 0.81 \text{ pt.min}$ $t_{ds} = \frac{1}{2} \cdot \frac{I_{ds}}{C} \cdot \frac{R_d^2}{60} = 0.66 \text{ pt.min}$
Tiempo-Espacio de la Zona de Espera	$TS_R = 0.45 \cdot (t_{cs} + t_{ds}) = 0.66 \text{ m}^2.\text{min}$
Tiempo-Espacio de Circulación	$TS_D = TS - TS_R = 2.06 \text{ m}^2.\text{min}$
Intensidad Total de Circulación	$I_C = I_{ce} + I_{cs} + I_{de} + I_{ds} + I_{a,b} = 22.56 \text{ pt}$
Tiempo Total de Circulación	$t_c = I_C \cdot \frac{4}{60} = 1.50 \text{ pt.min}$
Superficie Peatonal	$\Omega = TS_D / t_c = 1.37 \text{ m}^2/\text{pt}$
NIVEL DE SERVICIO	D

Fuente: Elaboración propia

4.1.7. Intersección Semaforzada Avenida Los Incas y Calle Huayna Cápac

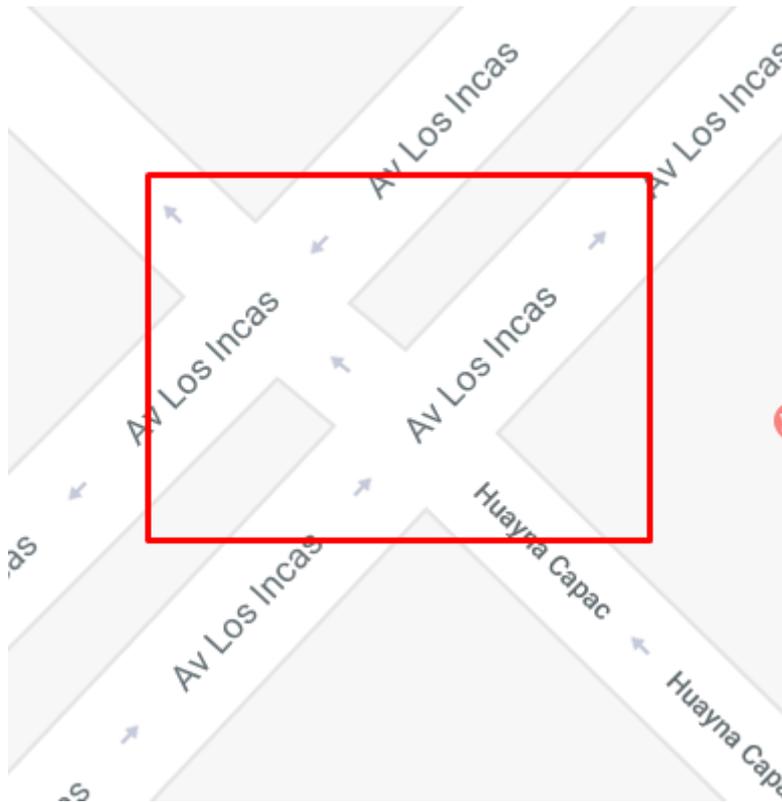


Figura 20. Mapa de ubicación de la Intersección Av. Los Incas y Calle Huayna Cápac

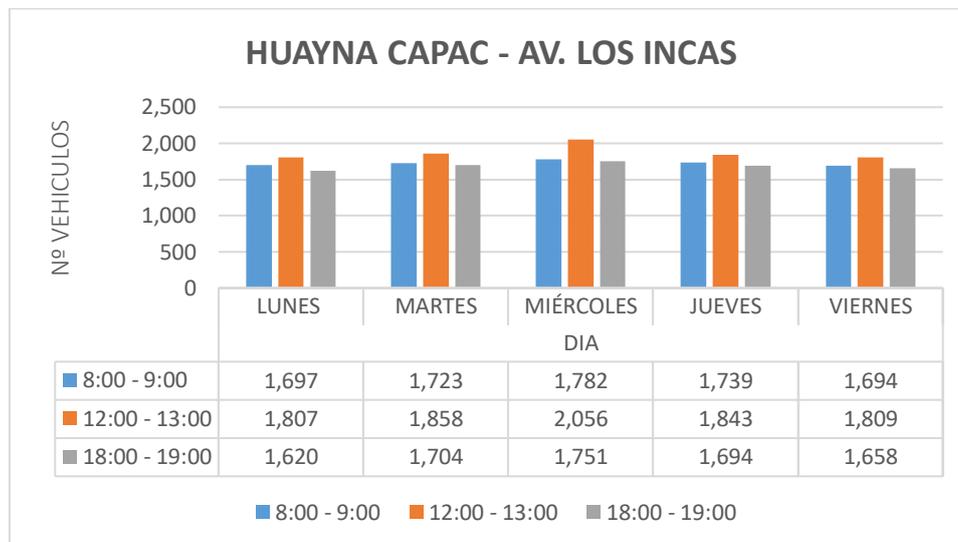
Fuente: Google maps

A. Aforo Vehicular

El aforo vehicular de la Intersección Calle Huayna Cápac y Avenida Los Incas fueron hechos de forma manual, realizándolos desde el día lunes a viernes. Se procedió a tomar los datos en las horas 8:00 a.m. a 9:00 a.m., 12:00 p.m. a 1:00 p.m. y 6:00 p.m. a 7:00 p.m.

Analizando cada uno de los datos tomados. Se obtuvo el siguiente resultado:

Gráfico 6. Aforo vehicular de la Intersección Av. Los Incas y Calle Huayna Cápac



Fuente: Elaboración propia

El día de mayor Demanda Vehicular en la Intersección Calle Huayna Cápac y Avenida Los Incas es el día miércoles entre las 12:00 p.m. a 1:00 p.m.

Para los aforos hemos identificado y tenido en cuenta los movimientos de circulación de los vehículos para cada acceso de la intersección, como se presenta en la siguiente figura:

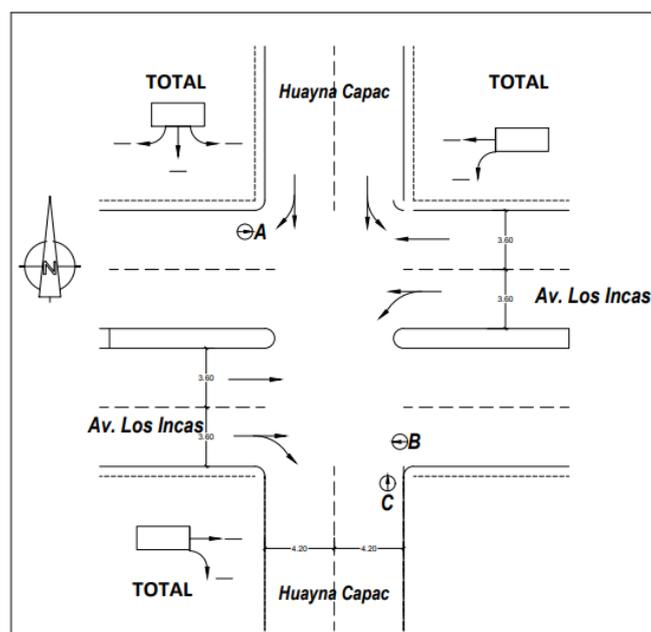


Figura 21. Intersección Calle Huayna Capac y Av.Incas.

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se muestra los datos de aforos vehiculares por cada 15 minutos de la mayor demanda vehicular en la Intersección Calle Huayna Cápac y Avenida los Incas del día miércoles entre las 12:00 p.m. a 1:00 p.m.

Tabla 36. Aforo Vehicular c/15 min en la Intersección Av. Los Incas y Huayna Capac

AFORO DE 12:00 - 12:15hs									
TIPO DE VEHICULO	AV. LOS INCAS		AV. LOS INCAS		CA. HUAYNA CAPAC			TOTAL	%
									
AUTOS (M1)	40	9	41	9	95	20	12	226	44.31
COMBIS (M2-III)	48	0	55	0	0	0	0	103	20.20
MICROS (M3-II)	39	0	41	0	0	0	0	80	15.69
CAMIONETAS (M1)	10	6	8	6	6	1	1	38	7.45
CAMIONES 2 EJES (N1)	4	3	2	0	1	0	0	10	1.96
MOTOS (L3)	14	9	9	7	6	1	3	49	9.61
MOTOTAXIS (L5)	4	0	0	0	0	0	0	4	0.78
								510	100.00

AFORO DE 12:15 - 12:30hs									
TIPO DE VEHICULO	AV. LOS INCAS		AV. LOS INCAS		CA. HUAYNA CAPAC			TOTAL	%
									
AUTOS (M1)	41	9	41	10	87	21	16	225	44.38
COMBIS (M2-III)	48	0	54	0	0	0	0	102	20.12
MICROS (M3-II)	41	0	43	0	0	0	0	84	16.57
CAMIONETAS (M1)	11	7	6	6	7	2	1	40	7.89
CAMIONES 2 EJES (N1)	3	3	2	0	1	0	0	9	1.78
MOTOS (L3)	10	8	7	9	5	2	3	44	8.68
MOTOTAXIS (L5)	3	0	0	0	0	0	0	3	0.59
								507	100.00

AFORO DE 12:30 - 12:45hs									
TIPO DE VEHICULO	AV. LOS INCAS		AV. LOS INCAS		CA. HUAYNA CAPAC			TOTAL	%
									
AUTOS (M1)	34	12	35	12	90	23	13	219	43.28
COMBIS (M2-III)	47	0	55	0	0	0	0	102	20.16
MICROS (M3-II)	41	0	43	0	0	0	0	84	16.60
CAMIONETAS (M1)	9	6	6	8	7	1	3	40	7.91
CAMIONES 2 EJES (N1)	4	3	2	0	1	0	0	10	1.98
MOTOS (L3)	13	8	8	8	5	1	4	47	9.29
MOTOTAXIS (L5)	4	0	0	0	0	0	0	4	0.79
								506	100.00

AFORO DE 12:45 - 13:00hs

TIPO DE VEHICULO	AV. LOS INCAS		AV. LOS INCAS		CA. HUAYNA CAPAC			TOTAL	%
									
AUTOS (M1)	36	13	37	11	102	20	15	234	43.90
COMBIS (M2-III)	49	0	53	0	0	0	0	102	19.14
MICROS (M3-II)	44	0	45	0	0	0	0	89	16.70
CAMIONETAS (M1)	11	7	7	9	4	1	2	41	7.69
CAMIONES 2 EJES (N1)	3	2	3	0	1	0	0	9	1.69
MOTOS (L3)	15	8	7	10	9	2	5	56	10.51
MOTOTAXIS (L5)	2	0	0	0	0	0	0	2	0.38
								533	100.00

MIERCOLES	AV. LOS INCAS		AV. LOS INCAS		CA. HUAYNA CAPAC			TOTAL	
									
TOTAL DE VEHICULOS	628	113	610	105	427	95	78	2.056	
AUTOS (M1)	151	43	154	42	374	84	56	904	43.97%
COMBIS (M2-III)	192	0	217	0	0	0	0	409	19.89%
MICROS (M3-II)	165	0	172	0	0	0	0	337	16.39%
CAMIONETAS (M1)	41	26	27	29	24	5	7	159	7.73%
CAMIONES 2 EJES (N1)	14	11	9	0	4	0	0	38	1.85%
MOTOS (L3)	52	33	31	34	25	6	15	196	9.53%
MOTOTAXIS (L5)	13	0	0	0	0	0	0	13	0.63%
									100.00%

Fuente Elaboracion Propia

B. Cálculo del Factor Hora Punta

El momento más crítico de la Intersección Calle Huayna Capac y Avenida Los Incas, en lo que a capacidad se basa, se produjo durante la hora punta, es decir entre las 12:45 p.m. a 1:00 p.m. del día miércoles.

El Manual de Capacidad de Carreteras define al Factor de Hora Punta, como el cociente entre el flujo de vehicular de la hora punta y cuatro veces la intensidad de los 15 minutos más cargados.

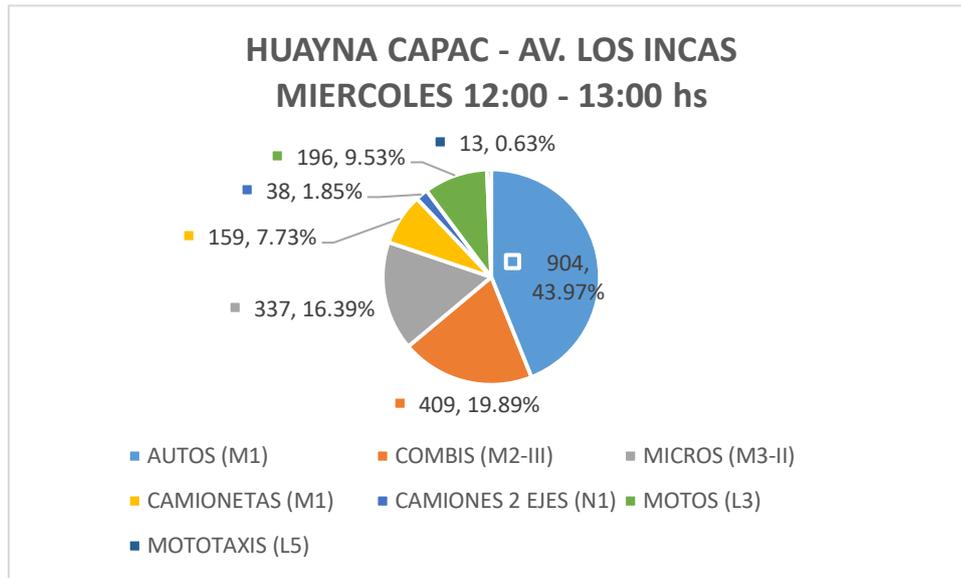
$$FHP = \frac{IHP}{4 \cdot I_{15}}$$

Reemplazando:

$$FHP = \frac{2056}{4 \times 533} = 0.96$$

Factor Hora Punta de la Intersección Calle Huayna Capac y Avenida Los Incas: **0.96**.

Gráfico 7. Porcentaje de tipos de vehículos de la Intersección Av. Los Incas y Calle Huayna Cápac



Fuente: Elaboración propia

C. Evaluación del Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular

La Evaluación del Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular de la Intersección Calle Huayna Capac y Avenida Los Incas, tuvo como fundamento el Manual de Capacidad de Carreteras.

Para una adecuada evaluación del Nivel de Servicio y Capacidad de la Intersección, obtuvimos los siguientes datos mediante mediciones realizadas en campo.

➤ Parámetros para el Cálculo de Nivel de Servicio Vehicular

1. Ancho de las vías.

Avenida Los Incas: 3.60 m. Nº Carriles: 2.

Calle Huayna Capac: 4.20 m. Nº Carriles: 2.

2. Porcentaje de Vehículos Pesados (%).

Según el Aforo Vehicular realizado en la Intersección Calle Huayna Capac y Avenida Los Incas, el porcentaje (%) de vehículos pesados es 1.85%.

3. Pendiente de las Vías (%)

Según la entidad Transporte Metropolitano de Trujillo (TMT), la pendiente de la Calle Huayna Capac y la Avenida Los Incas son 1% y 1% respectivamente, considerados como un terreno plano.

4. Estacionamientos de Vehículos en las vías.

Se encontraron 11 vehículos estacionados por hora en la Avenida Los Incas, sumando ambos accesos, se mostrará la cantidad exacta en la tabla de datos.

Se encontraron 8 vehículos estacionados por hora en la Calle Huayna Cápac.

5. Paradas de Autobuses.

Consideramos como paradas de autobuses, a las paradas que hacen los Micros y Combis para recoger o dejar pasajeros, debido a que esto influye negativamente en el flujo vehicular.

Se encontraron 81 paradas de micros y combis por hora en la Avenida Los Incas, sumando ambos accesos, se mostrará la cantidad exacta en la tabla de datos.

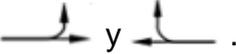
Se encontraron 0 paradas de autobuses en la Calle Huayna Cápac, debido a que por esta vía no circulan dichos vehículos.

6. Tipo de Zona de la Intersección

La Calle Huayna Cápac y la Avenida Los Incas, son zonas urbanas, según su definición, se encuentran negocios y zonas mercantiles, con un flujo de vehículos y peatones.

7. Grupos de Carril.

Hemos identificado 3 grupos de carriles:

En la Avenida Los Incas tenemos,  y .

En la Calle Huayna Capac, tenemos .

8. Distribución Semafórica en la Intersección

En la Intersección Avenida Moche y Avenida Los Incas, los semáforos se encuentran distribuidos según como se muestra en la figura Intersección Calle Huayna y Avenida Los Incas.

Los Semáforos fueron nombrados con las letras A, B y C.

Los Semáforos A y B, controlan el flujo vehicular de la Avenida de los Incas en ambos sentidos.

El Semáforo C, controla el flujo vehicular de la Calle Huayna Capac.

Los tiempos semafóricos fueron tomados manualmente. Y se obtuvieron la siguiente distribución semafórica.

Tabla 37. Reglaje Semafórico de la Intersección Av. Los Incas y Calle Huayna Cápac

Ciclo Semafórico								
Semaforo		Rojo		Ambar		Verde		Total
A		45		3		52		100
B		45		3		52		100
C		55		3		42		100

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Datos de la Int. Av. Los Incas y Ca. Huayna Capac

DATOS							
ACCESO	Ancho (m)	Pesados (%)	Pendiente (%)	Estacionam. (veh/h)	Parada Autobus/h	Tipo de Zona	
Av. Los Incas		3.60	1.85%	1%	6	39	Zona Urbana
		3.60	1.85%	1%	5	42	Zona Urbana
Calle Huayna Capac		4.20	1.85%	1%	8	0	Zona Urbana

9. Factores de Corrección

9.1. Factor Verde de Grupo de Carriles (fv):

- Para Avenida Los Incas ambos accesos:

$$fv = \frac{\text{fase verde}}{\text{ciclo total semafórico}}$$

$$fv = \frac{52}{100}$$

$$fv = 0.520$$

- Para Calle Huayna Cápac acceso SUR:

$$fv = \frac{42}{100}$$

$$fv = 0.420$$

9.2. Factor Anchura de Carril (fA)

- Para Avenida Los Incas ambos accesos:

$$fA = 1 + \frac{A - 3.60}{9} = 1$$

- Para Calle Huayna Cápac acceso SUR:

$$fA = 1.067$$

9.3. Factor Vehículos Pesados (fP)

- Para Avenida Los Incas ambos accesos:

$$fp = \frac{1}{1xVeh.Pes(\%)}$$

$$fp = \frac{1}{1x1.85\%} = 0.982$$

- Para Calle Huayna Capac acceso SUR:

$$fp = \frac{1}{1x1.85\%} = 0.982$$

9.4. Factor Inclinación (fi)

- Para Avenida Los Incas ambos accesos:

$$fi = 1 - \frac{Pendiente(\%)}{2}$$

$$fi = 1 - \frac{1(\%)}{2} = 0.995$$

- Para Calle Huayna Capac acceso SUR:

$$fi = 1 - \frac{1(\%)}{2} = 0.995$$

9.5. Factor de Estacionamiento (fe)

- Para Avenida Los Incas acceso OESTE:

$$fe = 1 - \frac{0.1}{N^{\circ} carril} - \frac{18xN^{\circ} estacionamientos}{3600 x N^{\circ} carril}$$

$$fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 \times 6}{3600 \times 2} = 0.935$$

- Para Avenida Los Incas acceso ESTE:

$$fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 \times 5}{3600 \times 2} = 0.938$$

- Para Calle Huayna Capac acceso SUR:

$$fe = 1 - \frac{0.1}{3} - \frac{18 \times 8}{3600 \times 2} = 0.930$$

9.6. Factor Parada de Autobús (fbb)

- Para Avenida Los Incas acceso OESTE:

$$fbb = 1 - \frac{14.4 \times N^{\circ} \text{ autobuses}}{3600 \times N^{\circ} \text{ carril}}$$

$$fbb = 1 - \frac{14.4 \times 39}{3600 \times 2} = 0.922$$

- Para Avenida Los Incas acceso ESTE:

$$fbb = 1 - \frac{14.4 \times 42}{3600 \times 2} = 0.916$$

- Para Calle Huayna Capac acceso SUR:

$$fbb = 1 - \frac{14.4 \times 0}{3600 \times 2} = 1$$

9.7. Factor giros a la derecha (fgd)

Ver tabla 8: Factor de giros a la derecha.

Tabla 39. Giros de la Int. Av. Los Incas y Ca. Huayna Capac.

Giros								
	Av. Los Incas		Av. Los Incas		Huayna Capac			TOTAL
								
CANTIDAD VEHICULOS POR ACCESO	628	113	610	105	427	95	78	2.056
	741		715		600			

Accesos			Prop. giros derecha	Factor giro derecha
Av. Los Incas	OESTE		0	1
	ESTE		0.147	0.978
Calle Huayna Capac	SUR		0.13	0.981

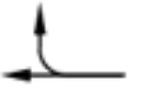
Fuente: Elaboracion Propia

9.8. Factor giros a la izquierda (fgi)

Ver tabla 9: Factor de giros a la izquierda.

Tabla 40. Giros de la Int. Av. Los Incas y Ca. Huayna Capac.

Giros								
	Av. Los Incas		Av. Los Incas		Huayna Capac			TOTAL
								
CANTIDAD VEHICULOS POR ACCESO	628	113	610	105	427	95	78	2.056
	741		715		600			

<i>Accesos</i>			<i>Prop. giros izquierda</i>	<i>Factor giro izquierda</i>
<i>Av. Los Incas</i>	OESTE		0.152	0.912
	ESTE		0	1
<i>Calle Huayna Capac</i>	SUR		0.158	0.906

Fuente Elaboracion Propia

9.9. Factor Tipo de Zona (far)

Ver tabla 6: Factor Tipo de Zona (far)

Para Zona Urbana: 0.900

➤ Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular

1. Capacidad Vehicular Real (v/h)

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

Tabla 41. Capacidad vehicular de la Int. Av. Los Incas y Ca. Huayna Capac

<i>Accesos</i>			<i>Carril/grupo</i>	<i>fv</i>	<i>fa</i>	<i>fp</i>	<i>fi</i>	<i>fe</i>	<i>fbb</i>	<i>fgd</i>	<i>fgi</i>	<i>far</i>	<i>Capacidad Real (v/h)</i>
<i>Av. Los Incas</i>	OESTE		2	0.520	1.000	0.982	0.995	0.935	0.922	1.000	0.912	0.900	1366
	ESTE		2	0.520	1.000	0.982	0.995	0.938	0.916	0.978	1.000	0.900	1460
<i>Calle Huayna Capac</i>	SUR		2	0.420	1.067	0.982	0.995	0.930	1.000	0.981	0.906	0.900	1238

Fuente: Elaboración Propia

2. Intensidad Circulante (v/h)

Tabla 42. Intensidad vehicular de la Int. Av. Los Incas y Ca. Huayna Capac.

Giros								
	Av. Los Incas		Av. Los Incas		Huayna Capac			TOTAL
								
CANTIDAD VEHICULOS POR ACCESO	628	113	610	105	427	95	78	2.056
	741		715		600			

Fuente: Elaboración Propia

- Para Avenida los Incas acceso OESTE:

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{741}{0.96} = 772 \text{ veh/h}$$

- Para Avenida los Incas acceso ESTE:

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{715}{0.96} = 745 \text{ veh/h}$$

- Para Avenida Calle Huayna Capac acceso SUR:

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{600}{0.96} = 625 \text{ veh/h}$$

3. Calculo del Cociente (I/C)

- Para Avenida los Incas acceso OESTE:

$$\frac{I}{C} = \frac{772}{1366} = 0.565$$

- Para Avenida los Incas acceso ESTE:

$$\frac{I}{C} = \frac{745}{1460} = 0.510$$

- Para Avenida Calle Huayna Capac acceso SUR:

$$\frac{I}{C} = \frac{625}{1238} = 0.505$$

➤ **Nivel de Servicio de Cada Acceso**

$$d = 0.38C \times \frac{(1 - fv)^2}{1 - fv \times I/C} + 173 (I/C)^2 \times \sqrt{(I/C - 1)^2 + 16 \times (I/C)^2}$$

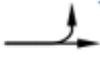
Dónde C = Ciclo total Semafórico = 100 para la Intersección.

Nivel de Servicio	Demora Media (s/veh)
A	d < 6
B	5 < d < 16
C	15 < d < 26
D	25 < d < 41
E	40 < d < 61
F	d > 60

Fuente: Manual de Carreteras

Reemplazando tenemos que:

Tabla 43. Nivel de Servicio vehicular de la Int. Av. Los Incas y Ca. Huayna Capac

Accesos			fv	Intensidad (v/h)	i/c	Demora acceso (seg)
Av. Los Incas	OESTE		0.520	772	0.565	139.499
	ESTE		0.520	745	0.51	106.320
Calle Huayna Capac	SUR		0.420	625	0.505	107.982

Fuente: Elaboración Propia

➤ **Nivel de Servicio de la Intersección**

$$d_{interseccion} = \frac{\sum demora_{acceso} \times Intensidad_{acceso}}{\sum Intensidad_{acceso}}$$

$$d_{intersec.} = \frac{139.499 \times 772 + 106.320 \times 745 + 107.982 \times 625}{772 + 745 + 625} = 119 \text{ seg} = NS F$$

Entonces el Nivel de Servicio de la Intersección Calle Huayna Cápac y Avenida Los Incas es F.

D. Aforo Peatonal

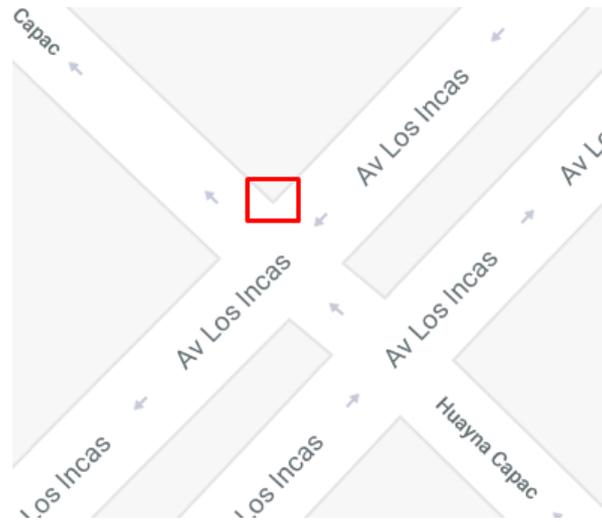
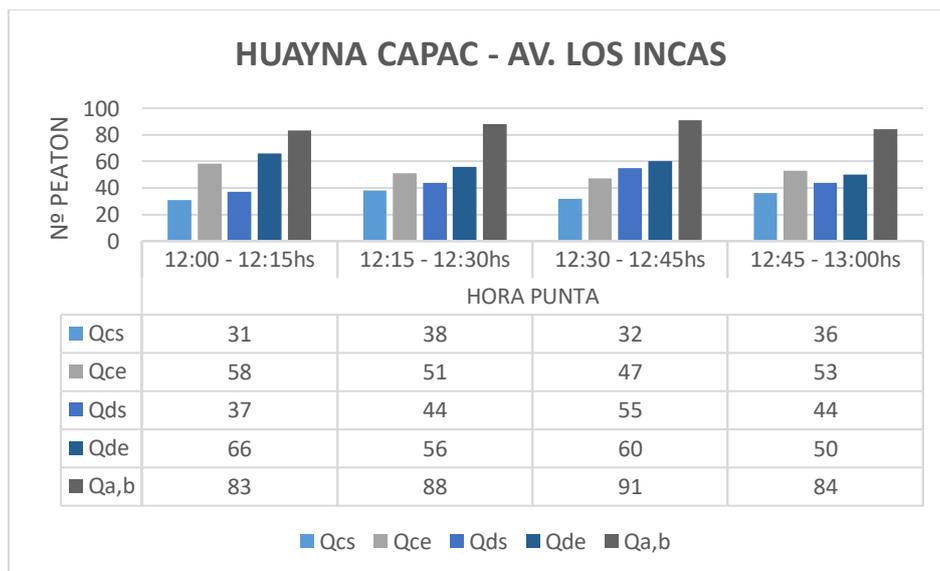


Figura 22. Mapa de ubicación de esquina de la intersección Av. Los Incas y Calle Huayna Cápac

Fuente: Google maps

El conteo peatonal se realizó el día miércoles de 12:00 p.m. a 1:00 p.m. puesto que es el día y hora con mayor demanda vehicular y mayor movimiento de dicha intersección semaforizada.

Gráfico 8 Aforo peatonal de la esquina de la Intersección Av. Los Incas y Calle Huayna Cápac



Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 44 presenta los datos geométricos y el reglaje semafórico para el análisis peatonal de la esquina de los cuales hicimos la medición y recolección correspondiente, cabe resaltar que las restricciones que se pudieron observar fueron los postes de alumbrado público cuyas dimensiones las basamos en la tabla n° denominada límites de la vía peatonal del Manual de Capacidad Carreteras (HCM).

Tabla 44 Datos para el análisis peatonal de la esquina de la Intersección Av. Los Incas y Calle Huayna Cápac

DATOS	AV. LOS INCAS	CALLE HUAYNA CAPAC
Ancho Total de Acera(m)	2.45	1.95
Radio de Esquina (m)	5.5	5.5
Restricciones (m2)	0	0.75
REGLAJE SEMÁFORICO	AV. LOS INCAS	CALLE HUAYNA CAPAC
Verde/Ámbar (seg.)	45	55
Rojo (seg.)	55	45
Ciclo (seg.)	100	100

Fuente: Elaboración propia

En la tabla n° presenta las intensidades peatonales de los quince minutos de mayor flujo peatonal identificados de la hora punta que son de 12:15 p.m. a 12:30 p.m. Los cuales van a ser utilizados para determinar el nivel de servicio de la esquina.

Tabla 45. Intensidades peatonales de los 15 minutos de mayor flujo de la esquina de la intersección Av. Los Incas y Calle Huayna Cápac

INTENSIDAD PEATONAL	AFORO PEATONAL 15 MINUTOS PUNTA	INTENSIDAD MEDIA (PT/MIN)	INTENSIDAD MEDIA POR CICLO (PT/C)
Ics	32	2	4
Ice	47	3	5
Ids	55	4	6
Ide	60	4	7
Ia,b	91	6	10
TOTAL	285	19	32

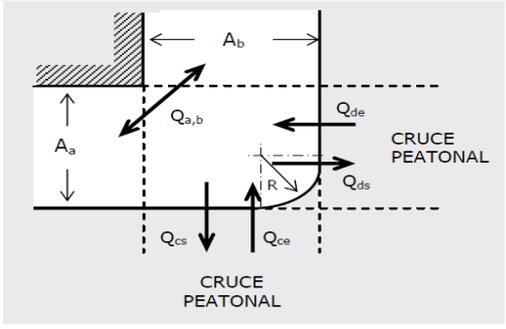
Fuente: Elaboración propia

➤ **Cálculo del Nivel de Servicio Peatonal**

Para el cálculo del nivel de servicio se utilizó la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM).

Tabla 46. Análisis del Nivel de Servicio Peatonal HCM en esquina de Intersección Av. Los Incas y Calle Huayna Cápac

REGLAJE SEMAFÓRICO		INTENSIDADES PEATONALES		
		Intensidad	Pt/Min	Pt/C
Ciclo	= 100 s	I _{cs}	2	4
Vp	= 45 s	I _{ce}	3	5
Rp	= 55 s	I _{ds}	4	6
Vs	= 55 s	I _{de}	4	7
Rs	= 45 s	I _{a,b}	6	10

			
Superficie Neta de la Esquina	$S = A_a \cdot A_b - 0.215 \cdot R - \sum K_i = 2.85 \text{ m}^2$		
Tiempo-Espacio Disponible	$TS = S \cdot C / 60 = 4.74 \text{ m}^2/\text{min}$		
Tiempos de Espera en las Zonas de Espera	$t_{cs} = \frac{1}{2} \cdot \frac{I_{cs}}{C} \cdot \frac{R_c^2}{60} = 0.90 \text{ pt.min}$ $t_{ds} = \frac{1}{2} \cdot \frac{I_{ds}}{C} \cdot \frac{R_d^2}{60} = 1.03 \text{ pt.min}$		
Tiempo-Espacio de la Zona de Espera	$TS_R = 0.45 \cdot (t_{cs} + t_{ds}) = 0.87 \text{ m}^2.\text{min}$		
Tiempo-Espacio de Circulación	$TS_D = TS - TS_R = 3.87 \text{ m}^2.\text{min}$		
Intensidad Total de Circulación	$I_C = I_{ce} + I_{cs} + I_{de} + I_{ds} + I_{a,b} = 32 \text{ pt}$		
Tiempo Total de Circulación	$t_c = I_C \cdot \frac{4}{60} = 2.11 \text{ pt.min}$		
Superficie Peatonal	$\Omega = TS_D / t_c = 1.84 \text{ m}^2/\text{pt}$		
NIVEL DE SERVICIO		D	

Fuente: Elaboración propia

4.1.8. Intersección Semaforzada Avenida Los Incas y Calle Atahualpa



Figura 23. Mapa de ubicación de la Intersección Av. Los Incas y Calle Atahualpa

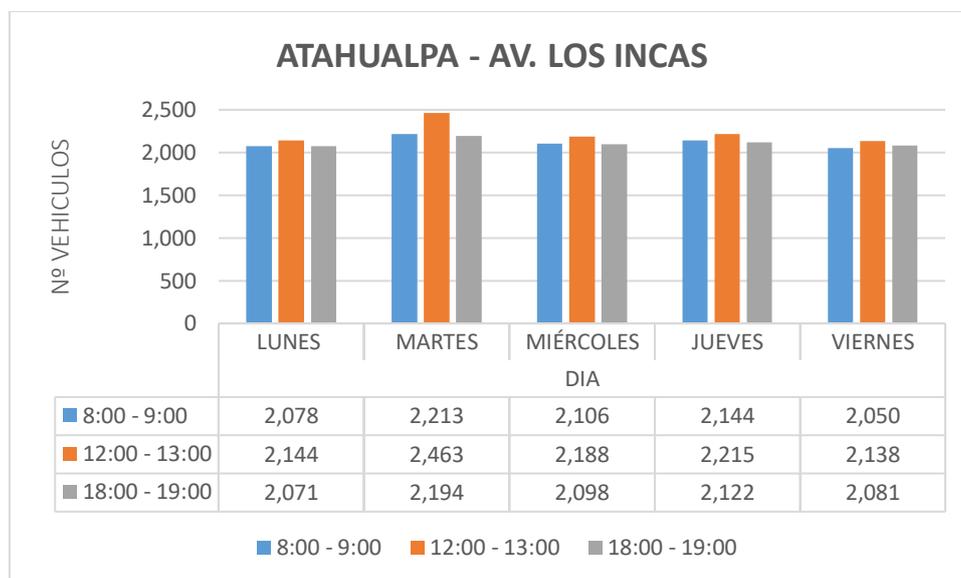
Fuente: Elaboración propia

A. Aforo Vehicular

El aforo vehicular de la Intersección Calle Atahualpa y Avenida Los Incas fueron hechos de forma manual, realizándolos desde el día lunes a viernes. Se procedió a tomar los datos en las horas 8:00 a.m. a 9:00 a.m., 12:00 p.m. a 1:00 p.m. y 6:00 p.m. a 7:00 p.m.

Analizando cada uno de los datos tomados. Se obtuvo el siguiente resultado:

Gráfico 9 Aforo vehicular de la Intersección Av. Los Incas y Calle Atahualpa



Fuente: Elaboración propia

El día de mayor Demanda Vehicular en la Intersección Calle Atahualpa y Avenida Los Incas es el día martes entre las 12:00 p.m. 1:00 p.m.

Para los aforos hemos identificado y tenido en cuenta los movimientos de circulación de los vehículos para cada acceso de la intersección, como se presenta en la siguiente figura:

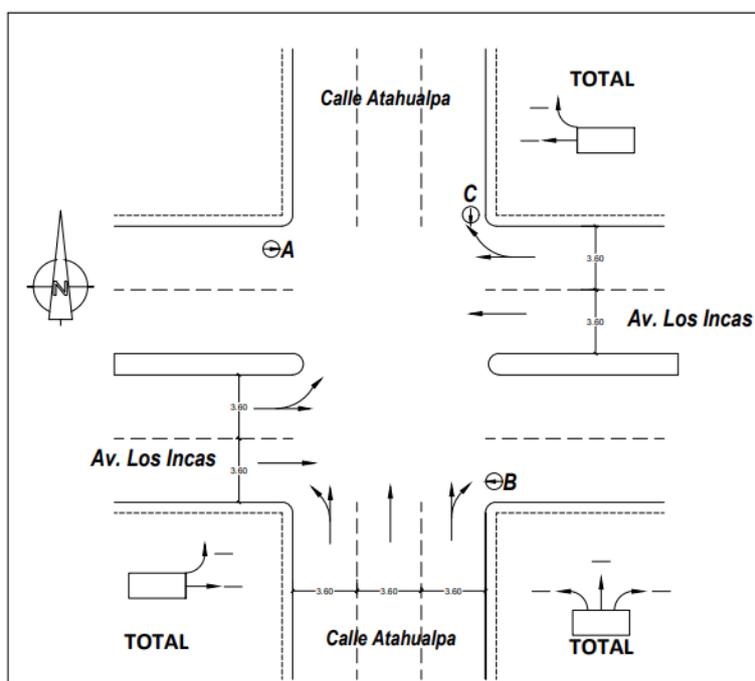


Figura 24. Intersección Calle Atahualpa y Av. Los Incas

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se muestra los datos de aforos vehiculares por cada 15 minutos de la mayor demanda vehicular en la Intersección Calle Atahualpa y Avenida los Incas del día martes entre las 12:00 p.m. 1:00 p.m.

Tabla 47. Aforo vehicular c/15 min de la Intersección Av. Los Incas y Ca. Atahualpa

AFORO DE 12:00 - 12:15hs									
TIPO DE VEHICULO	AV. LOS INCAS		AV. LOS INCAS		CA. ATAHUALPA			TOTAL	%
									
AUTOS (M1)	40	19	41	26	152	10	29	317	52.14
COMBIS (M2-III)	63	0	46	0	0	0	0	109	17.93
MICROS (M3-II)	48	0	44	0	0	0	0	92	15.13
CAMIONETAS (M1)	11	5	2	7	11	0	12	48	7.89
CAMIONES 2 EJES (N1)	5	1	1	0	4	0	0	11	1.81
MOTOS (L3)	9	4	6	0	6	0	5	30	4.93
MOTOTAXIS (L5)	0	0	1	0	0	0	0	1	0.16
								608	100.00

AFORO DE 12:15 - 12:30hs									
TIPO DE VEHICULO	AV. LOS INCAS		AV. LOS INCAS		CA. ATAHUALPA			TOTAL	%
									
AUTOS (M1)	59	37	39	33	130	12	34	344	54.78
COMBIS (M2-III)	61	0	43	3	0	0	0	107	17.04
MICROS (M3-II)	48	0	38	0	0	0	0	86	13.69
CAMIONETAS (M1)	8	6	7	6	13	0	11	51	8.12
CAMIONES 2 EJES (N1)	4	0	1	0	2	0	0	7	1.11
MOTOS (L3)	11	2	5	1	6	0	4	29	4.62
MOTOTAXIS (L5)	3	0	1	0	0	0	0	4	0.64
								628	100.00

AFORO DE 12:30 - 12:45hs									
TIPO DE VEHICULO	AV. LOS INCAS		AV. LOS INCAS		CA. ATAHUALPA			TOTAL	%
									
AUTOS (M1)	59	30	40	2	125	20	32	308	51.25
COMBIS (M2-III)	54	0	49	0	0	0	0	103	17.14
MICROS (M3-II)	49	0	41	0	0	0	0	90	14.98
CAMIONETAS (M1)	14	7	3	5	15	3	8	55	9.15
CAMIONES 2 EJES (N1)	6	0	1	1	0	0	0	8	1.33
MOTOS (L3)	16	5	7	0	3	1	2	34	5.66
MOTOTAXIS (L5)	2	0	1	0	0	0	0	3	0.50
								601	100.00

AFORO DE 12:45 - 13:00hs

TIPO DE VEHICULO	AV. LOS INCAS		AV. LOS INCAS		CA. ATAHUALPA			TOTAL	%
									
AUTOS (M1)	55	27	37	23	130	26	29	327	52.24
COMBIS (M2-III)	56	0	49	0	0	0	0	105	16.77
MICROS (M3-II)	45	0	46	0	0	0	0	91	14.54
CAMIONETAS (M1)	8	7	6	7	13	5	7	53	8.47
CAMIONES 2 EJES (N1)	4	0	3	1	0	0	0	8	1.28
MOTOS (L3)	12	5	9	0	5	4	5	40	6.39
MOTOTAXIS (L5)	1	0	1	0	0	0	0	2	0.32
								626	100.00

MARTES	AV. LOS INCAS		AV. LOS INCAS		CA. ATAHUALPA			TOTAL	
									
TOTAL DE VEHICULOS	751	155	568	115	615	81	178	2.463	
AUTOS (M1)	213	113	157	84	537	68	124	1296	52.62%
COMBIS (M2-III)	234	0	187	3	0	0	0	424	17.21%
MICROS (M3-II)	190	0	169	0	0	0	0	359	14.58%
CAMIONETAS (M1)	41	25	18	25	52	8	38	207	8.40%
CAMIONES 2 EJES (N1)	19	1	6	2	6	0	0	34	1.38%
MOTOS (L3)	48	16	27	1	20	5	16	133	5.40%
MOTOTAXIS (L5)	6	0	4	0	0	0	0	10	0.41%
									100.00%

Fuente: Elaboración Propia

B. Calculo del Factor Hora Punta

El momento más crítico de la Intersección Calle Atahualpa y Avenida Los Incas, en lo que a capacidad se basa, se produjo durante la hora punta, es decir entre las 12:15 p.m. a 12:30 p.m. del día martes.

El Manual de Capacidad de Carreteras define al Factor de Hora Punta, como el cociente entre el flujo de vehicular de la hora punta y cuatro veces la intensidad de los 15 minutos más cargados.

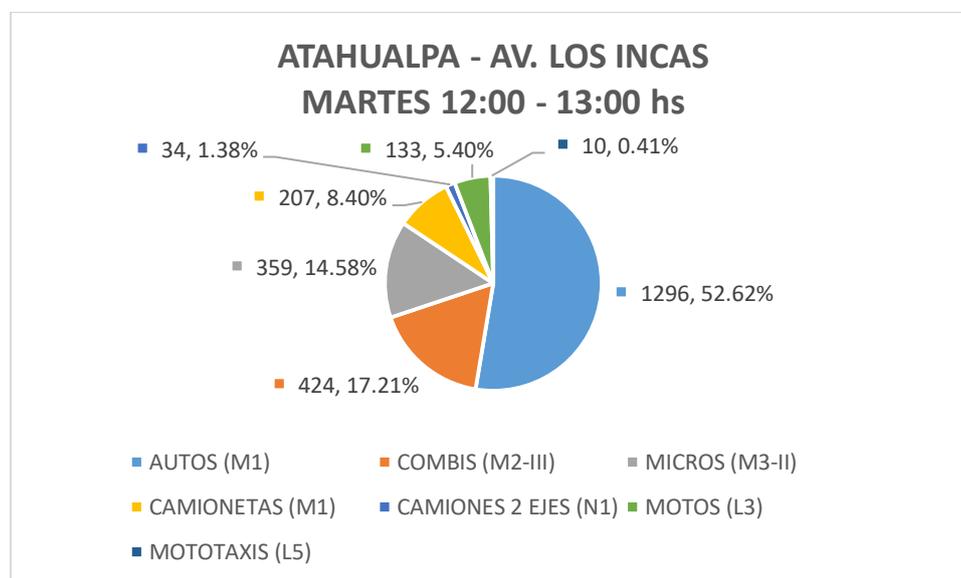
$$FHP = \frac{IHP}{4 \cdot I_{15}}$$

Reemplazando:

$$FHP = \frac{2463}{4 \times 628} = 0.98$$

Factor Hora Punta de la Intersección Calle Atahualpa y Avenida Los Incas: **0.98**.

Gráfico 10 Porcentaje de tipos de vehículos de la Intersección Av. Los Incas y Calle Atahualpa



Fuente: Elaboración propia

C. Evaluación del Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular

La Evaluación del Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular de la Intersección Calle Atahualpa y Avenida Los Incas, tuvo como fundamento el Manual de Capacidad de Carreteras.

Para una adecuada evaluación del Nivel de Servicio y Capacidad de la Intersección, obtuvimos los siguientes datos mediante mediciones realizadas en campo.

➤ Parámetros para el Cálculo de Nivel de Servicio Vehicular

1. Ancho de las vías.

Avenida Los Incas: 3.60 m. N° Carriles: 2.

Calle Atahualpa: 3.60m. N° Carriles: 3.

2. Porcentaje de Vehículos Pesados (%).

Según el Aforo Vehicular realizado en la Intersección Calle Atahualpa y Avenida Los Incas, el porcentaje (%) de vehículos pesados es 1.38%.

3. Pendiente de las Vías (%)

Según la entidad Transporte Metropolitano de Trujillo (TMT), la pendiente de la Calle Atahualpa y la Avenida Los Incas son 1% y 1% respectivamente, considerados como un terreno plano.

4. Estacionamientos de Vehículos en las vías.

Se encontraron 7 vehículos estacionados por hora en la Avenida Los Incas, sumando ambos accesos, se mostrará la cantidad exacta en la tabla de datos.

Se encontraron 12 vehículos estacionados por hora en la Calle Atahualpa.

5. Paradas de Autobuses.

Consideramos como paradas de autobuses, a las paradas que hacen los Micros y Combis para recoger o dejar pasajeros, debido a que esto influye negativamente en el flujo vehicular.

Se encontraron 82 paradas de micros y combis por hora en la Avenida Los Incas, sumando ambos accesos, se mostrará la cantidad exacta en la tabla de datos.

Se encontraron 0 paradas de autobuses en la Calle Atahualpa, debido a que por esta vía no circulan dichos vehículos.

6. Tipo de Zona de la Intersección

La Calle Atahualpa y la Avenida Los Incas, son zonas urbanas, según su definición, se encuentran negocios y zonas mercantiles, con un flujo de vehículos y peatones.

7. Grupos de Carril.

Hemos identificado 3 grupos de carriles:

En la Avenida Los Incas tenemos,  y .

En la Calle Atahualpa, tenemos .

8. Distribución Semafórica en la Intersección

En la Intersección Calle Atahualpa y Avenida Los Incas, los semáforos se encuentran distribuidos según como se muestra en la figura Intersección Calle Atahualpa y Avenida Los Incas.

Los Semáforos fueron nombrados con las letras A, B y C.

Los Semáforos A y B, controlan el flujo vehicular de la Avenida de los Incas en ambos sentidos.

El Semáforo C, controla el flujo vehicular de la Calle Calle Atahualpa.

Los tiempos semafóricos fueron tomados manualmente. Y se obtuvieron la siguiente distribución semafórica.

Tabla 48. Reglaje Semafórico de la Intersección Av. Los Incas y Calle Atahualpa

Ciclo Semafórico								
Semaforo		Rojo		Ambar		Verde		Total
A		40		3		47		90
B		40		3		47		90
C		50		3		37		90

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49. Datos de la Int. Av. Los Incas y Ca. Atahualpa

DATOS							
ACCESO	Ancho (m)	Pesados (%)	Pendiente (%)	Estacionam. (veh/h)	Parada Autobus/h	Tipo de Zona	
Av. Los Incas		3.60	1.38%	1%	3	37	Zona Urbana
		3.60	1.38%	1%	4	45	Zona Urbana
Calle Atahualpa		3.60	1.38%	1%	12	0	Zona Urbana

Fuente: Elaboración propia

9. Factores de Corrección

9.1. Factor Verde de Grupo de Carriles (fv):

- Para Avenida Los Incas ambos accesos:

$$fv = \frac{\text{fase verde}}{\text{ciclo total semafórico}}$$

$$fv = \frac{47}{90}$$

$$fv = 0.522$$

- Para Calle Atahualpa acceso NORTE:

$$fv = \frac{37}{90}$$

$$fv = 0.411$$

9.2. Factor Anchura de Carril (fA)

- Para Avenida Los Incas ambos accesos:

$$fA = 1 + \frac{A - 3.60}{9} = 1$$

- Para Calle Atahualpa acceso NORTE:

$$fA = 1$$

9.3. Factor Vehículos Pesados (fP)

- Para Avenida Los Incas ambos accesos:

$$fp = \frac{1}{1xVeh.Pes(\%)}$$

$$fp = \frac{1}{1x1.38\%} = 0.986$$

- Para Calle Atahualpa acceso NORTE:

$$fp = \frac{1}{1x1.38\%} = 0.986$$

9.4. Factor Inclinación (fi)

- Para Avenida Los Incas ambos accesos:

$$fi = 1 - \frac{Pendiente(\%)}{2}$$

$$fi = 1 - \frac{1(\%)}{2} = 0.995$$

- Para Calle Atahualpa acceso NORTE:

$$fi = 1 - \frac{1(\%)}{2} = 0.995$$

9.5. Factor de Estacionamiento (fe)

- Para Avenida Los Incas acceso OESTE:

$$fe = 1 - \frac{0.1}{N^{\circ} carril} - \frac{18xN^{\circ} estacionamientos}{3600 x N^{\circ} carril}$$

$$fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 \times 3}{3600 \times 2} = 0.943$$

- Para Avenida Los Incas acceso ESTE:

$$fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 \times 4}{3600 \times 2} = 0.940$$

- Para Calle Atahualpa acceso NORTE:

$$fe = 1 - \frac{0.1}{3} - \frac{18 \times 12}{3600 \times 3} = 0.947$$

9.6. Factor Parada de Autobús (fbb)

- Para Avenida Los Incas acceso OESTE:

$$fbb = 1 - \frac{14.4 \times N^{\circ} \text{ autobuses}}{3600 \times N^{\circ} \text{ carril}}$$

$$fbb = 1 - \frac{14.4 \times 37}{3600 \times 2} = 0.926$$

- Para Avenida Los Incas acceso ESTE:

$$fbb = 1 - \frac{14.4 \times 45}{3600 \times 2} = 0.910$$

- Para Calle Atahualpa acceso NORTE:

$$fbb = 1 - \frac{14.4 \times 0}{3600 \times 3} = 1$$

9.7. Factor giros a la derecha (fgd)

Ver tabla 8: Factor de giros a la derecha.

Tabla 50. Giros de la Int. Av. Los Incas y Ca. Atahualpa

Giros								
	Av. Los Incas		Av. Los Incas		Atahualpa			TOTAL
								
CANTIDAD VEHICULOS POR ACCESO	751	155	568	115	615	81	178	2.463
	906		683		874			

Accesos			Prop. giros derecha	Factor giro derecha
Av. Los Incas	OESTE		0.171	0.974
	ESTE		0	1
Calle Atahualpa	NORTE		0.093	0.986

Fuente: Elaboración propia

9.8. Factor giros a la izquierda (fgi)

Ver tabla 9: Factor de giros a la izquierda.

Tabla 51. Giros de la Int. Av. Los Incas y Ca. Atahualpa

Giros								
	Av. Los Incas		Av. Los Incas		Atahualpa			TOTAL
								
CANTIDAD VEHICULOS POR ACCESO	751	155	568	115	615	81	178	2.463
	906		683		874			

<i>Accesos</i>			<i>Prop. giros izquierda</i>	<i>Factor giro izquierda</i>
<i>Av. Los Incas</i>	OESTE		0	1
	ESTE		0.168	0.873
<i>Calle Atahualpa</i>	NORTE		0.204	0.894

Fuente: Elaboración propia.

9.9. Factor Tipo de Zona (far)

Ver tabla 6: Factor Tipo de Zona (far)

Para Zona Urbana: 0.900

➤ Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular

1. Capacidad Vehicular Real (v/h)

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

Tabla 52. Capacidad Vehicular de la Int. Av. Los Incas y Ca. Atahualpa

<i>Accesos</i>			<i>Carril/grupo</i>	<i>fv</i>	<i>fa</i>	<i>fp</i>	<i>fi</i>	<i>fe</i>	<i>fbb</i>	<i>fgd</i>	<i>fgi</i>	<i>far</i>	<i>Capacidad Real (v/h)</i>
<i>Av. Los Incas</i>	OESTE		2	0.522	1.000	0.986	0.995	0.943	0.926	0.974	1.000	0.900	1490
	ESTE		2	0.522	1.000	0.986	0.995	0.940	0.910	1.000	0.873	0.900	1308
<i>Calle Atahualpa</i>	NORTE		3	0.411	1.000	0.986	0.995	0.947	1.000	0.986	0.894	0.900	1727

Fuente: Elaboración propia.

2. Intensidad Circulante (v/h)

Tabla 53. Intensidad vehicular de la Int. Av. Los Incas y Ca. Atahualpa

Giros								
	Av. Los Incas		Av. Los Incas		Atahualpa			TOTAL
								
CANTIDAD VEHICULOS POR ACCESO	751	155	568	115	615	81	178	2.463
	906		683		874			

Fuente: Elaboración propia.

- Para Avenida los Incas acceso OESTE:

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{906}{0.98} = 924 \text{ veh/h}$$

- Para Avenida los Incas acceso ESTE:

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{683}{0.98} = 697 \text{ veh/h}$$

- Para Calle Atahualpa acceso NORTE:

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{874}{0.98} = 892 \text{ veh/h}$$

3. Calculo del Cociente (I/C)

- Para Avenida los Incas acceso OESTE:

$$\frac{I}{C} = \frac{924}{1490} = 0.620$$

- Para Avenida los Incas acceso ESTE:

$$\frac{I}{C} = \frac{697}{1308} = 0.533$$

- Para Calle Atahualpa acceso NORTE:

$$\frac{I}{C} = \frac{892}{1727} = 0.517$$

➤ **Nivel de Servicio de Cada Acceso**

$$d = 0.38C \times \frac{(1 - fv)^2}{1 - fv \times I/C} + 173 (I/C)^2 \times \sqrt{(I/C - 1)^2 + 16 \times (I/C)^2}$$

Dónde C = Ciclo total Semafórico = 90 para la Intersección.

Nivel de Servicio	Demora Media (s/veh)
A	d<6
B	5<d<16
C	15<d<26
D	25<d<41
E	40<d<61
F	d>60

Fuente: Manual de Carreteras

Reemplazando tenemos que:

Tabla 54. Nivel de Servicio vehicular de la Int. Av. Los Incas y Ca. Atahualpa

Accesos		fv	Intensidad (v/h)	i/c	Demora acceso (seg)	NS ACCESO
Av. Los Incas	OESTE	0.522	924	0.620	178.401	F
	ESTE	0.522	697	0.533	118.093	F
Calle Atahualpa	NORTE	0.411	892	0.517	113.266	F

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Nivel de Servicio de la Intersección**

$$d_{interseccion} = \frac{\sum demora_{acceso} \times Intensidad_{acceso}}{\sum Intensidad_{acceso}}$$

$$d_{intersec.} = \frac{178.401 \times 924 + 118.093 \times 697 + 113.266 \times 892}{924 + 697 + 892} = 139 \text{ seg} = NS F$$

Entonces el Nivel de Servicio de la Intersección Calle Atahualpa y Avenida Los Incas es F.

D. Aforo Peatonal

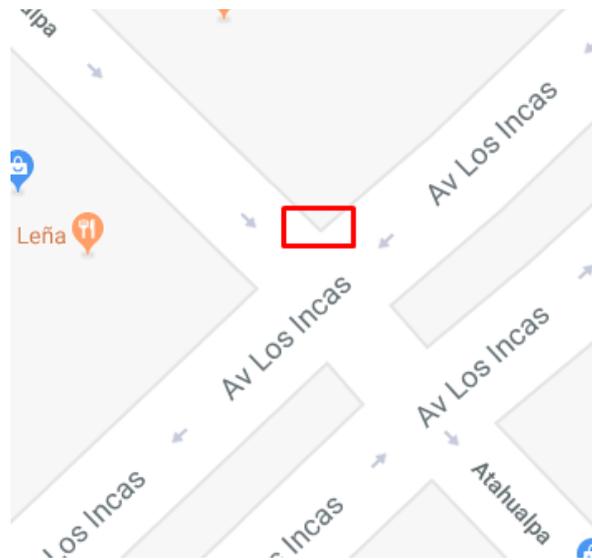
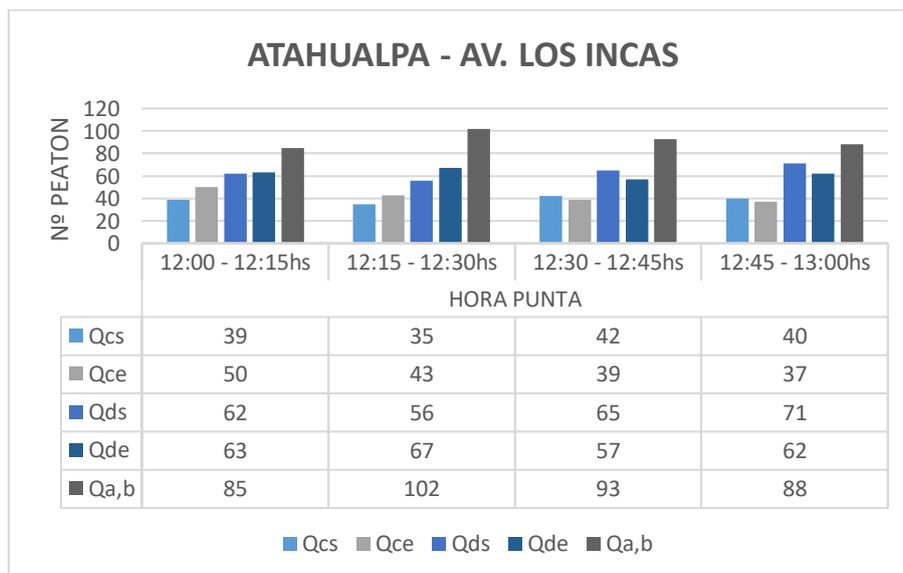


Figura 25. Mapa de ubicación de esquina de la intersección Av. Los Incas y Calle Atahualpa

Fuente: Google maps

El conteo peatonal se realizó el día martes de 12:00 p.m. a 1:00 p.m. puesto que es el día y hora con mayor demanda vehicular y mayor movimiento de dicha intersección semaforizada.

Gráfico 11. Aforo peatonal de la esquina de la Intersección Av. Los Incas y Calle Atahualpa



Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 56 presenta los datos geométricos y el reglaje semafórico para el análisis peatonal de la esquina de los cuales hicimos la medición y recolección correspondiente, cabe resaltar que las restricciones que se pudieron observar fueron los postes de alumbrado público cuyas dimensiones las basamos en la tabla n° denominada límites de la vía peatonal del Manual de Capacidad Carreteras (HCM).

Tabla 55. Datos para el análisis peatonal de la esquina de la Intersección Av. Los Incas y Calle Atahualpa

DATOS	AV. LOS INCAS	CALLE ATAHUALPA
Ancho Total de Acera(m)	2.35	1.35
Radio de Esquina (m)	4	4
Restricciones (m2)	0	0.75
REGLAJE SEMÁFORICO	AV. LOS INCAS	CALLE ATAHUALPA
Verde/Ámbar (seg.)	40	50
Rojo (seg.)	50	40
Ciclo (seg.)	90	90

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 57 presenta las intensidades peatonales de los quince minutos de mayor flujo peatonal identificados de la hora punta que son de 12:15 p.m. a 12:30 p.m. Los cuales van a ser utilizados para determinar el nivel de servicio de la esquina.

Tabla 56. Intensidades peatonales de los 15 minutos de mayor flujo de la esquina de la intersección Av. Los Incas y Calle Atahualpa

INTENSIDAD PEATONAL	AFORO PEATONAL 15 MINUTOS PUNTA	INTENSIDAD MEDIA (PT/MIN)	INTENSIDAD MEDIA POR CICLO (PT/C)
lcs	35	2	4
lce	43	3	4
lds	56	4	6
lde	67	4	7
la,b	102	7	10
TOTAL	303	20	30

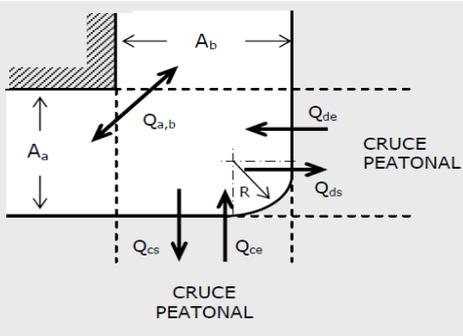
Fuente: Elaboración propia

Cálculo del Nivel de Servicio

Para el cálculo del nivel de servicio se utilizó la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM).

Tabla 57. Análisis del Nivel de Servicio Peatonal HCM en esquina de Intersección Av. Los Incas y Calle Atahualpa

REGLAJE SEMAFÓRICO	INTENSIDADES PEATONALES		
	Intensidad	Pt/Min	Pt/C
Ciclo = 90 s	I _{cs}	2	4
Vp = 40 s	I _{ce}	3	4
Rp = 50 s	I _{ds}	4	6
Vs = 50 s	I _{de}	4	7
Rs = 40 s	I _{a,b}	7	10

	
Superficie Neta de la Esquina	$S = A_a \cdot A_b - 0.215 \cdot R - \sum K_i = 1.56 \text{ m}^2$
Tiempo-Espacio Disponible	$TS = S \cdot C / 60 = 2.34 \text{ m}^2/\text{min}$
Tiempos de Espera en las Zonas de Espera	$t_{cs} = \frac{1}{2} \cdot \frac{I_{cs}}{C} \cdot \frac{R_c^2}{60} = 0.81 \text{ pt. min}$ $t_{ds} = \frac{1}{2} \cdot \frac{I_{ds}}{C} \cdot \frac{R_d^2}{60} = 0.83 \text{ pt. min}$
Tiempo-Espacio de la Zona de Espera	$TS_R = 0.45 \cdot (t_{cs} + t_{ds}) = 0.74 \text{ m}^2 \cdot \text{min}$
Tiempo-Espacio de Circulación	$TS_D = TS - TS_R = 1.61 \text{ m}^2 \cdot \text{min}$
Intensidad Total de Circulación	$I_C = I_{ce} + I_{cs} + I_{de} + I_{ds} + I_{a,b} = 30 \text{ pt}$
Tiempo Total de Circulación	$t_c = I_C \cdot \frac{4}{60} = 2.02 \text{ pt. min}$
Superficie Peatonal	$\Omega = TS_D / t_c = 0.79 \text{ m}^2/\text{pt}$
NIVEL DE SERVICIO	E

Fuente: Elaboración propia

4.1.9. Intersección Semaforzada Avenida Los Incas y Calle Francisco De Zela

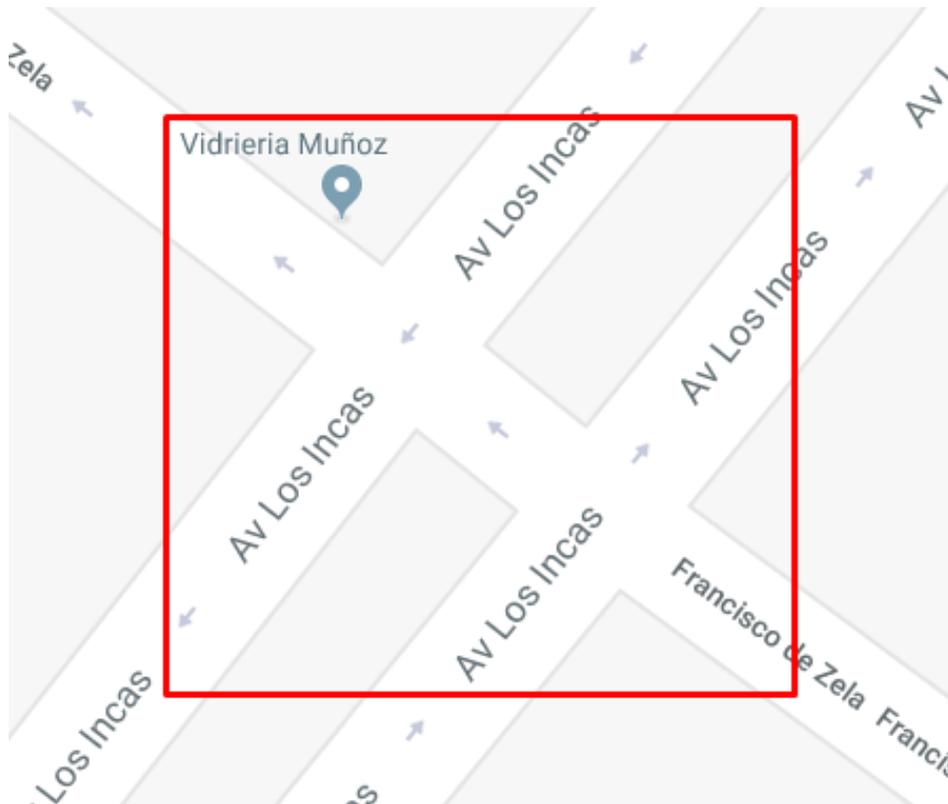


Figura 26. Mapa de ubicación de la Intersección Av. Los Incas y Calle Francisco de Zela

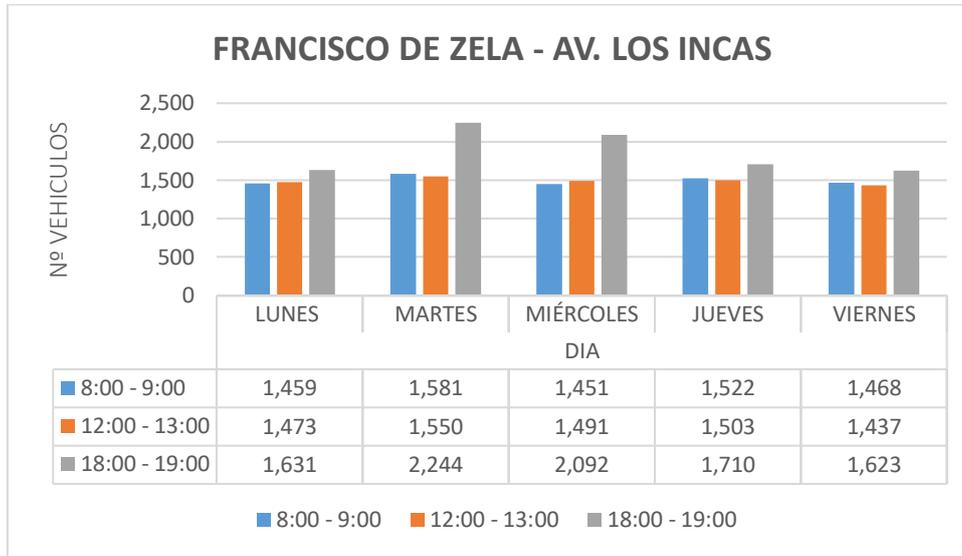
Fuente: Google maps

A. Aforo Vehicular

El aforo vehicular de la Intersección Calle Francisco de Zela y Avenida Los Incas fueron hechos de forma manual, realizándolos desde el día lunes a viernes. Se procedió a tomar los datos en las horas 8:00 a.m. a 9:00 a.m., 12:00 p.m. a 1:00 p.m. y 6:00 p.m. a 7:00 p.m.

Analizando cada uno de los datos tomados. Se obtuvo el siguiente resultado:

Gráfico 12. Aforo vehicular de la Intersección Av. Los Incas y Calle Francisco de Zela



Fuente: Elaboración propia

El día de mayor Demanda Vehicular en la Intersección Calle Francisco de Zela y Avenida Los Incas es el día martes entre las 6:00 p.m. a 7:00 p.m. Para los aforos hemos identificado y tenido en cuenta los movimientos de circulación de los vehículos para cada acceso de la intersección, como se presenta en la siguiente figura:

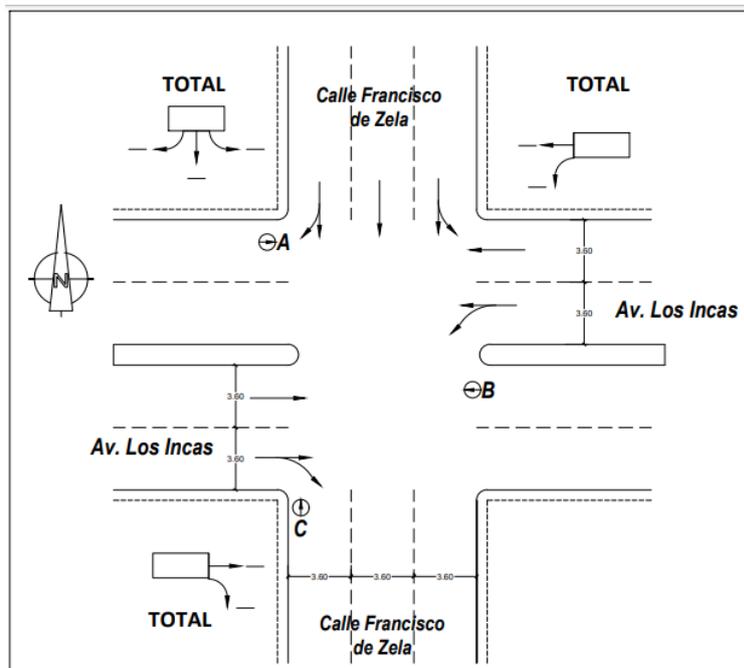


Figura 27. Intersección Calle Francisco de Zela y Av.Incas.

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se muestra los datos de aforos vehiculares por cada 15 minutos de la mayor demanda vehicular en la Intersección Calle Francisco de Zela y Avenida los Incas del día martes entre las 6:00 p.m. a 7:00 p.m.

Tabla 58. Aforo vehicular de la Intersección Av. Los Incas y Ca. Francisco de Zela

AFORO DE 18:00 - 18:15hs									
TIPO DE VEHICULO	AV. LOS INCAS		AV. LOS INCAS		CA. FRANCISCO DE ZELA			TOTAL	%
									
AUTOS (M1)	42	23	39	29	101	8	29	271	45.93
COMBIS (M2-III)	52	0	53	0	0	18	0	123	20.85
MICROS (M3-II)	46	0	46	0	0	11	0	103	17.46
CAMIONETAS (M1)	9	0	14	3	7	0	14	47	7.97
CAMIONES 2 EJES (N1)	2	0	3	1	4	0	2	12	2.03
MOTOS (L3)	12	2	8	0	6	0	4	32	5.42
MOTOTAXIS (L5)	0	0	2	0	0	0	0	2	0.34
								590	100.00

AFORO DE 18:15 - 18:30hs									
TIPO DE VEHICULO	AV. LOS INCAS		AV. LOS INCAS		CA. FRANCISCO DE ZELA			TOTAL	%
									
AUTOS (M1)	34	22	37	24	115	7	25	264	47.14
COMBIS (M2-III)	45	0	46	0	0	17	0	108	19.29
MICROS (M3-II)	41	0	44	0	0	10	0	95	16.96
CAMIONETAS (M1)	10	0	13	6	9	0	6	44	7.86
CAMIONES 2 EJES (N1)	4	0	4	1	3	0	0	12	2.14
MOTOS (L3)	11	1	8	3	9	0	3	35	6.25
MOTOTAXIS (L5)	2	0	0	0	0	0	0	2	0.36
								560	100.00

AFORO DE 18:30 - 18:45hs									
TIPO DE VEHICULO	AV. LOS INCAS		AV. LOS INCAS		CA. FRANCISCO DE ZELA			TOTAL	%
									
AUTOS (M1)	34	14	40	32	112	9	20	261	47.80
COMBIS (M2-III)	50	0	49	0	0	19	0	118	21.61
MICROS (M3-II)	40	0	46	0	0	12	0	98	17.95
CAMIONETAS (M1)	8	0	9	2	10	0	2	31	5.68
CAMIONES 2 EJES (N1)	2	0	3	0	3	0	0	8	1.47
MOTOS (L3)	12	3	10	0	5	0	0	30	5.49
MOTOTAXIS (L5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
								546	100

TIPO DE VEHICULO	AV. LOS INCAS		AV. LOS INCAS		CA. FRANCISCO DE ZELA			TOTAL	%
									
AUTOS (M1)	36	26	41	14	116	6	10	249	44.62
COMBIS (M2-III)	52	0	53	0	0	18	0	123	22.04
MICROS (M3-II)	48	0	47	0	0	9	0	104	18.64
CAMIONETAS (M1)	15	0	10	0	10	1	7	43	7.71
CAMIONES 2 EJES (N1)	2	0	3	0	0	0	0	5	0.90
MOTOS (L3)	12	2	7	0	8	0	3	32	5.73
MOTOTAXIS (L5)	2	0	0	0	0	0	0	2	0.36
								558	100.00

MARTES	AV. LOS INCAS		AV. LOS INCAS		CA. FRANCISCO DE ZELA			TOTAL	
									
TOTAL DE VEHICULOS	623	93	635	115	518	145	115	2.244	
AUTOS (M1)	146	85	157	99	444	30	74	1035	46.12%
COMBIS (M2-III)	199	0	201	0	0	72	0	472	21.03%
MICROS (M3-II)	175	0	183	0	0	42	0	400	17.83%
CAMIONETAS (M1)	42	0	46	11	36	1	29	165	7.35%
CAMIONES 2 EJES (N1)	10	0	13	2	10	0	2	37	1.65%
MOTOS (L3)	47	8	33	3	28	0	10	129	5.75%
MOTOTAXIS (L5)	4	0	2	0	0	0	0	6	0.27%
									100.00%

Fuente: Elaboración Propia

B. Calculo del Factor Hora Punta

El momento más crítico de la Intersección Calle Francisco de Zela y Avenida Los Incas, en lo que a capacidad se basa, se produjo durante la hora punta, es decir entre las 6:00 p.m. a 6:15 p.m. del día martes.

El Manual de Capacidad de Carreteras define al Factor de Hora Punta, como el cociente entre el flujo de vehicular de la hora punta y cuatro veces la intensidad de los 15 minutos más cargados.

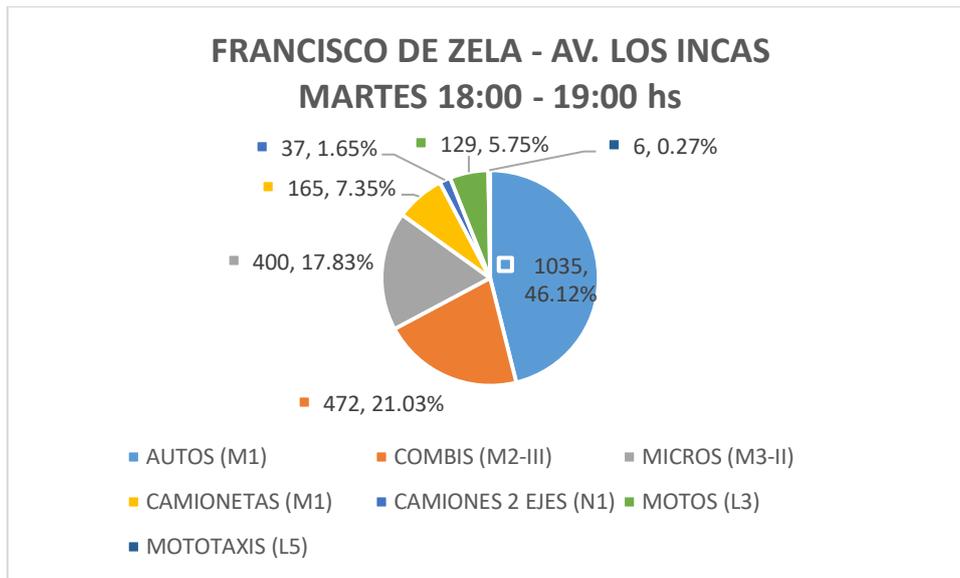
$$FHP = \frac{IHP}{4 \cdot I_{15}}$$

Reemplazando:

$$FHP = \frac{2244}{4 \times 590} = 0.95$$

Factor Hora Punta de la Intersección Calle Francisco de Zela y Avenida Los Incas: **0.95**.

Gráfico 13. Porcentaje de tipos de vehículos de la Intersección Av. Los Incas y Calle Francisco de Zela



Fuente: Elaboración propia

C. Evaluación del Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular

La Evaluación del Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular de la Intersección Calle Francisco de Zela y Avenida Los Incas, tuvo como fundamento el Manual de Capacidad de Carreteras.

Para una adecuada evaluación del Nivel de Servicio y Capacidad de la Intersección, obtuvimos los siguientes datos mediante mediciones realizadas en campo.

➤ Parámetros para el Cálculo de Nivel de Servicio Vehicular

1. Ancho de las vías.

Avenida Los Incas: 3.60 m. Nº Carriles: 2.

Calle Francisco de Zela: 3.60 m. Nº Carriles: 3.

2. Porcentaje de Vehículos Pesados (%).

Según el Aforo Vehicular realizado en la Intersección Calle Francisco de Zela y Avenida Los Incas, el porcentaje (%) de vehículos pesados es 1.65%.

3. Pendiente de las Vías (%)

Según la entidad Transporte Metropolitano de Trujillo (TMT), la pendiente de la Calle Francisco de Zela y la Avenida Los Incas son 1% y 1% respectivamente, considerados como un terreno plano.

4. Estacionamientos de Vehículos en las vías.

Se encontraron 8 vehículos estacionados por hora en la Avenida Los Incas, sumando ambos accesos, se mostrará la cantidad exacta en la tabla de datos.

Se encontraron 18 vehículos estacionados por hora en la Calle Francisco de Zela.

5. Paradas de Autobuses.

Consideramos como paradas de autobuses, a las paradas que hacen los Micros y Combis para recoger o dejar pasajeros, debido a que esto influye negativamente en el flujo vehicular.

Se encontraron 116 paradas de micros y combis por hora en la Avenida Los Incas, sumando ambos accesos, se mostrará la cantidad exacta en la tabla de datos.

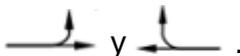
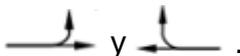
Se encontraron 17 paradas de autobuses en la Calle Francisco de Zela.

6. Tipo de Zona de la Intersección

La Calle Francisco de Zela y la Avenida Los Incas, son zonas urbanas, según su definición, se encuentran negocios y zonas mercantiles, con un flujo de vehículos y peatones.

7. Grupos de Carril.

Hemos identificado 3 grupos de carriles:

En la Avenida Los Incas tenemos,  y  .

En la Calle Francisco de Zela, tenemos  .

8. Distribución Semafórica en la Intersección

En la Intersección Calle Francisco de Zela y Avenida Los Incas, los semáforos se encuentran distribuidos según como se muestra en la figura Intersección Calle Francisco de Zela y Avenida Los Incas.

Los Semáforos fueron nombrados con las letras A, B y C.

Los Semáforos A y B, controlan el flujo vehicular de la Avenida de los Incas en ambos sentidos.

El Semáforo C, controla el flujo vehicular de la Calle Francisco de Zela.

Los tiempos semafóricos fueron tomados manualmente. Y se obtuvieron la siguiente distribución semafórica.

Tabla 59. Reglaje Semafórico de la Intersección Av. Los Incas y Calle Francisco de Zela

Ciclo Semafórico				
Semaforo	Rojo	Ambar	Verde	Total
A	 40	 3	 47	90
B	 40	 3	 47	90
C	 50	 3	 37	90

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60. Datos de la Int. Av. Los Incas y Ca. Francisco de Zela

DATOS							
ACCESO	Ancho (m)	Pesados (%)	Pendiente (%)	Estacionam. (veh/h)	Parada Autobus/h	Tipo de Zona	
Av. Los Incas		3.60	1.65%	1%	5	67	Zona Urbana
		3.60	1.65%	1%	3	49	Zona Urbana
Calle Francisco de Zela		3.60	1.65%	1%	18	17	Zona Urbana

Fuente: Elaboración propia

9. Factores de Corrección

9.1. Factor Verde de Grupo de Carriles (fv):

- Para Avenida Los Incas ambos accesos:

$$fv = \frac{\textit{fase verde}}{\textit{ciclo total semaforico}}$$

$$fv = \frac{47}{90}$$

$$fv = 0.522$$

- Para Calle Francisco de Zela acceso SUR:

$$fv = \frac{37}{90}$$

$$fv = 0.411$$

9.2. Factor Anchura de Carril (fA)

- Para Avenida Los Incas ambos accesos:

$$fA = 1 + \frac{A - 3.60}{9} = 1$$

- Para Calle Francisco de Zela acceso SUR:

$$fA = 1$$

9.3. Factor Vehículos Pesados (fP)

- Para Avenida Los Incas ambos accesos:

$$fp = \frac{1}{1xVeh.Pes(\%)}$$

$$fp = \frac{1}{1x1.65\%} = 0.984$$

- Para Calle Francisco de Zela acceso SUR:

$$fp = \frac{1}{1 \times 1.65\%} = 0.984$$

9.4. Factor Inclinación (fi)

- Para Avenida Los Incas ambos accesos:

$$fi = 1 - \frac{\text{Pendiente}(\%)}{2}$$

$$fi = 1 - \frac{1(\%)}{2} = 0.995$$

- Para Calle Francisco de Zela acceso SUR:

$$fi = 1 - \frac{1(\%)}{2} = 0.995$$

9.5. Factor de Estacionamiento (fe)

- Para Avenida Los Incas acceso OESTE:

$$fe = 1 - \frac{0.1}{N^{\circ} \text{ carril}} - \frac{18 \times N^{\circ} \text{ estacionamientos}}{3600 \times N^{\circ} \text{ carril}}$$

$$fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 \times 5}{3600 \times 2} = 0.938$$

- Para Avenida Los Incas acceso ESTE:

$$fe = 1 - \frac{0.1}{2} - \frac{18 \times 3}{3600 \times 2} = 0.943$$

- Para Calle Francisco de Zela acceso SUR:

$$f_e = 1 - \frac{0.1}{3} - \frac{18 \times 18}{3600 \times 3} = 0.937$$

9.6. Factor Parada de Autobús (fbb)

- Para Avenida Los Incas acceso OESTE:

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4 \times N^{\circ} \text{ autobuses}}{3600 \times N^{\circ} \text{ carril}}$$

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4 \times 67}{3600 \times 2} = 0.866$$

- Para Avenida Los Incas acceso ESTE:

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4 \times 49}{3600 \times 2} = 0.902$$

- Para Calle Francisco de Zela acceso SUR:

$$f_{bb} = 1 - \frac{14.4 \times 17}{3600 \times 3} = 0.977$$

9.7. Factor giros a la derecha (fgd)

Ver tabla 8: Factor de giros a la derecha.

Tabla 61 Giros de la Int. Av. Los Incas y Ca. Francisco de Zela.

	Giros							TOTAL
	Av. Los Incas		Av. Los Incas		Francisco de Zela			
								
CANTIDAD VEHICULOS POR ACCESO	623	93	635	115	518	145	115	2.244
	716		750		778			

Accesos			Prop. giros derecha	Factor giro derecha
Av. Los Incas	OESTE		0	1
	ESTE		0.153	0.977
Calle Francisco de Zela	SUR		0.148	0.978

Fuente: Elaboración propia

9.8. Factor giros a la izquierda (fgi)

Ver tabla 9: Factor de giros a la izquierda.

Tabla 62. Giros de la Int. Av. Los Incas y Ca. Francisco de Zela.

	Giros						TOTAL	
	Av. Los Incas		Av. Los Incas		Francisco de Zela			
								
CANTIDAD VEHICULOS POR ACCESO	623	93	635	115	518	145	115	2.244
	716		750		778			

Accesos			Prop. giros izquierda	Factor giro izquierda
Av. Los Incas	OESTE		0.13	0.92
	ESTE		0	1
Calle Francisco de Zela	SUR		0.186	0.892

Fuente: Elaboración propia

9.9. Factor Tipo de Zona (far)

Ver tabla 6: Factor Tipo de Zona (far)

Para Zona Urbana: 0.900

➤ Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular

1. Capacidad Vehicular Real (v/h)

$$Cr = 1900 \times N^{\circ} \text{carril} \times f_v \times f_A \times f_p \times f_i \times f_e \times f_{bb} \times f_{gd} \times f_{gi} \times f_{ar}$$

Tabla 63. Capacidad vehicular de la Int. Av. Los Incas y Ca. Francisco de Zela

Accesos			Carril/grupo	f_v	f_A	f_p	f_i	f_e	f_{bb}	f_{gd}	f_{gi}	f_{ar}	Capacidad Real (v/h)
Av. Los Incas	OESTE		2	0.522	1.000	0.984	0.995	0.938	0.866	1.000	0.920	0.900	1306
	ESTE		2	0.522	1.000	0.984	0.995	0.943	0.902	0.977	1.000	0.900	1453
Calle Francisco de Zela	SUR		3	0.411	1.000	0.984	0.995	0.937	0.977	0.978	0.892	0.900	1649

Fuente: Elaboración propia

2. Intensidad Circulante (v/h)

Tabla 64. Intensidad vehicular de la Int. Av. Los Incas y Ca. Francisco de Zela

	Giros							TOTAL
	Av. Los Incas		Av. Los Incas		Francisco de Zela			
								
CANTIDAD VEHICULOS POR ACCESO	623	93	635	115	518	145	115	2.244
	716		750		778			

Fuente: Elaboración propia

- Para Avenida los Incas acceso OESTE:

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{716}{0.95} = 754 \text{ veh/h}$$

- Para Avenida los Incas acceso ESTE:

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{750}{0.95} = 789 \text{ veh/h}$$

- Para Calle Francisco de Zela acceso SUR:

$$I = \frac{IHP}{FHP} = \frac{778}{0.95} = 819 \text{ veh/h}$$

3. Calculo del Cociente (I/C)

- Para Avenida los Incas acceso OESTE:

$$\frac{I}{C} = \frac{754}{1306} = 0.577$$

- Para Avenida los Incas acceso ESTE:

$$\frac{I}{C} = \frac{789}{1453} = 0.543$$

- Para Calle Francisco de Zela acceso SUR:

$$\frac{I}{C} = \frac{819}{1649} = 0.497$$

➤ Nivel de Servicio de Cada Acceso

$$d = 0.38C \times \frac{(1 - fv)^2}{1 - fv \times I/C} + 173 (I/C)^2 \times \sqrt{(I/C - 1)^2 + 16 \times (I/C)^2}$$

Dónde C = Ciclo total Semafórico = 90 para la Intersección.

Nivel de Servicio	Demora Media (s/veh)
A	$d < 6$
B	$5 < d < 16$
C	$15 < d < 26$
D	$25 < d < 41$
E	$40 < d < 61$
F	$d > 60$

Fuente: Manual de Carreteras

Reemplazando tenemos que:

Tabla 65. Nivel de Servicio vehicular de la Int. Av. Los Incas y Ca. Francisco de Zela

Accesos			f_v	i/c	Demora acceso (seg)	NS ACCESO
Av. Los Incas	OESTE		0.522	0.577	146.330	F
	ESTE		0.522	0.543	124.122	F
Calle Francisco de Zela	SUR		0.411	0.497	102.540	F

Fuente: Elaboración propia

➤ Nivel de Servicio de la Intersección

$$d_{interseccion} = \frac{\sum demora_{acceso} \times Intesidad_{acceso}}{\sum Intesidad_{acceso}}$$

$$d_{intersec.} = \frac{146.330 \times 754 + 124.122 \times 789 + 102.540 \times 819}{754 + 789 + 819} = 124 \text{ seg} = NS F$$

Entonces el Nivel de Servicio de la Intersección Calle Francisco de Zela y Avenida Los Incas es F.

D. Aforo Peatonal

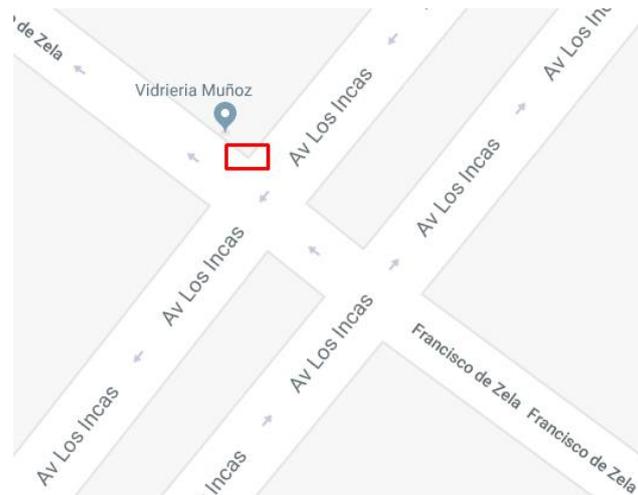
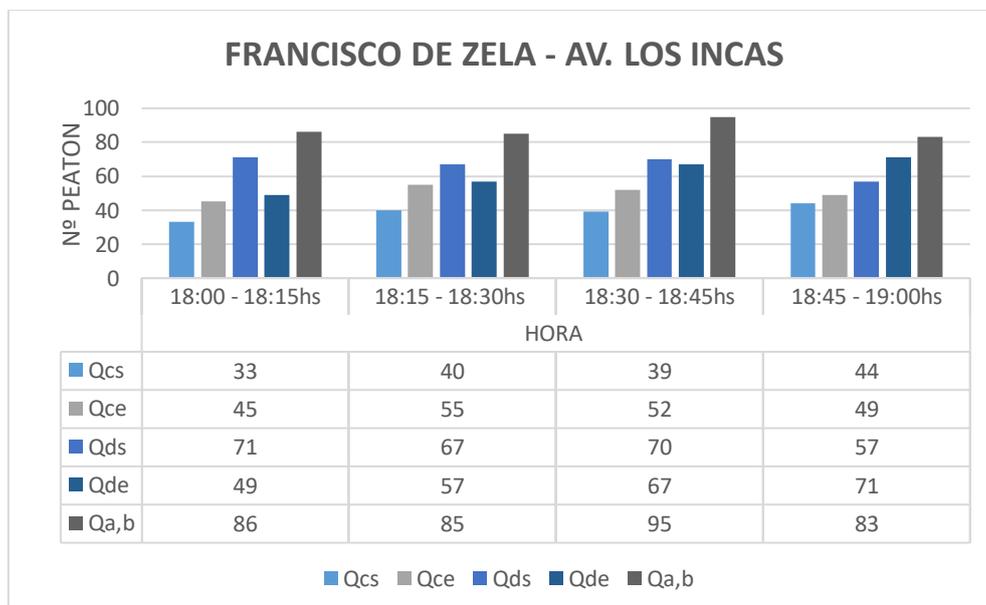


Figura 28. Mapa de ubicación de esquina de la intersección Av. Los Incas y Calle Francisco de Zela

Fuente: Google maps

El conteo peatonal se realizó el día martes de 6:00 p.m. a 7:00 p.m. puesto que es el día y hora con mayor demanda vehicular y mayor movimiento de dicha intersección semaforizada.

Tabla 66. Aforo peatonal de la esquina de la Intersección Av. Los Incas y Calle Francisco de Zela



Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 68 presenta los datos geométricos y el reglaje semafórico para el análisis peatonal de la esquina de los cuales hicimos la medición y recolección correspondiente, cabe resaltar que las restricciones que se pudieron observar fueron los postes de alumbrado público cuyas dimensiones las basamos en la tabla n° denominada límites de la vía peatonal del Manual de Capacidad Carreteras (HCM).

Tabla 67. Datos para el análisis peatonal de la esquina de la Intersección Av. Los Incas y Calle Francisco de Zela

DATOS	AV. LOS INCAS	CALLE FRANCISCO DE ZELA
Ancho Total de Acera(m)	2.4	1.65
Radio de Esquina (m)	5	5
Restricciones (m2)	0	0.9
REGLAJE SEMÁFORICO	AV. LOS INCAS	CALLE FRANCISCO DE ZELA
Verde/Ámbar (seg.)	40	50
Rojo (seg.)	50	40
Ciclo (seg.)	90	90

Fuente: Elaboración propia

En la tabla n° presenta las intensidades peatonales de los quince minutos de mayor flujo peatonal identificados de la hora punta que son de 6:30 p.m. a 6:45 p.m. Los cuales van a ser utilizados para determinar el nivel de servicio de la esquina.

Tabla 68. Intensidades peatonales de los 15 minutos de mayor flujo de la esquina de la intersección Av. Los Incas y Calle Francisco de Zela

INTENSIDAD PEATONAL	AFORO PEATONAL 15 MINUTOS PUNTA	INTENSIDAD MEDIA (PT/MIN)	INTENSIDAD MEDIA POR CICLO (PT/C)
lcs	39	3	4
lce	52	3	5
lds	70	5	7
lde	67	4	7
la,b	95	6	10
TOTAL	323	22	32

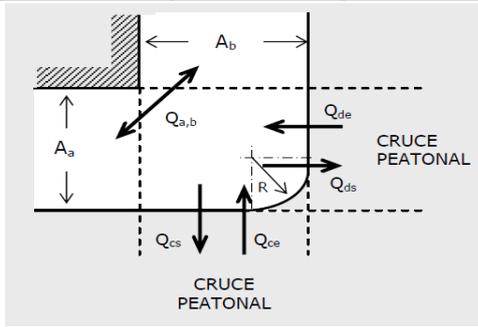
Fuente: Elaboración propia

Cálculo del Nivel de Servicio

Para el cálculo del nivel de servicio se utilizó la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM).

Tabla 69. Análisis del Nivel de Servicio Peatonal HCM en esquina de Intersección Av. Los Incas y Calle Francisco de Zela

REGLAJE SEMAFÓRICO	INTENSIDADES PEATONALES		
	Intensidad	Pt/Min	Pt/C
Ciclo = 90 s	I _{cs}	3	4
Vp = 40 s	I _{ce}	3	5
Rp = 50 s	I _{ds}	5	7
Vs = 50 s	I _{de}	4	7
Rs = 40 s	I _{a,b}	6	10

	
Superficie Neta de la Esquina	$S = A_a \cdot A_b - 0.215 \cdot R - \sum K_i = 1.99 \text{ m}^2$
Tiempo-Espacio Disponible	$TS = S \cdot C/60 = 2.98 \text{ m}^2/\text{min}$
Tiempos de Espera en las Zonas de Espera	$t_{cs} = \frac{1}{2} \cdot \frac{I_{cs}}{C} \cdot \frac{R_c^2}{60} = 0.90 \text{ pt.min}$ $t_{ds} = \frac{1}{2} \cdot \frac{I_{ds}}{C} \cdot \frac{R_d^2}{60} = 1.04 \text{ pt.min}$
Tiempo-Espacio de la Zona de Espera	$TS_R = 0.45 \cdot (t_{cs} + t_{ds}) = 0.87 \text{ m}^2.\text{min}$
Tiempo-Espacio de Circulación	$TS_D = TS - TS_R = 2.10 \text{ m}^2.\text{min}$
Intensidad Total de Circulación	$I_C = I_{ce} + I_{cs} + I_{de} + I_{ds} + I_{a,b} = 32 \text{ pt}$
Tiempo Total de Circulación	$t_c = I_C \cdot \frac{4}{60} = 2.15 \text{ pt.min}$
Superficie Peatonal	$\Omega = TS_D / t_c = 0.98 \text{ m}^2/\text{pt}$
NIVEL DE SERVICIO	E

Fuente: Elaboración propia

4.2. PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO

4.2.1. Propuestas de Mejoramiento al Nivel de Servicio Vehicular y Peatonal.

4.2.1.1. Distribución Semafórica

Una medida significativa para reducir las demoras en los viajes, reordenar el tráfico, reducir el riesgo de accidentes y contaminación ambiental, sonora entre otros. Es la redistribución de los tiempos semafóricos, basados en un estudio actual del tráfico.

Después de realizar los estudios correspondientes a la Avenida Los Incas, el Manual de Capacidad de Carreteras nos brinda una fórmula de reparto de los tiempos de verde en función al ancho de cada acceso.

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

Fuente: Manual de capacidad de Carreteras

Dónde

n = N° de fases.

A = Ancho de cada acceso.

Es conveniente señalar que con la nueva distribución de las fases del semáforo de la intersección se busca una homogeneidad en los tiempos de demora al momento de hacer la evaluación del Nivel de Servicio de la vía.

Redistribuyendo estos tiempos, podremos ver la diferencia entre la demora vehicular con la distribución semafórica actual y con la de la propuesta.

✓ Avenida Moche - Avenida Los Incas

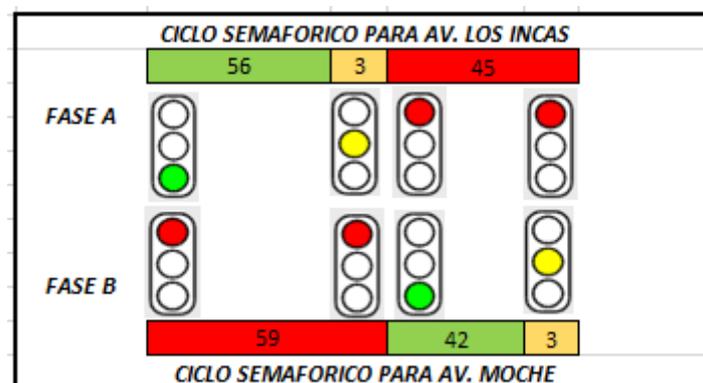


Figura 29. Ciclo semafórico Av. Moche – Av. Los Incas

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 70. Comparación de demora actual y propuesta

Accesos			Demora Actual (seg)	Demora Propuesta (seg)
Av. Los Incas	OESTE		75.683	69.325
	ESTE		53.784	49.507
Av. Moche	SUR		61.657	68.583

Fuente: Elaboración Propia.

✓ Calle Túpac Yupanqui - Avenida Los Incas

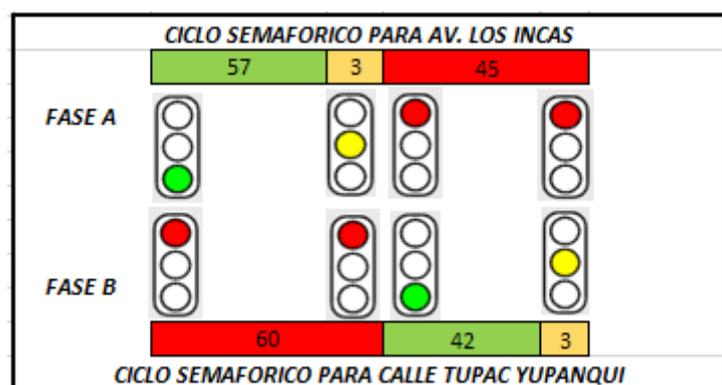


Figura 30. Ciclo semafórico Ca. Túpac Yupanqui – Av. Los Incas

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 71. Comparación de demora actual y propuesta.

Accesos			Demora Actual (seg)	Demora Propuesta (seg)
Av. Los Incas	OESTE		87.162	77.817
	ESTE		84.399	75.280
Calle Tupac Yupanqui	NORTE		63.003	71.876

Fuente: Elaboración Propia.

✓ **Calle Huayna Capac - Avenida Los Incas**



Figura 31. Ciclo semafórico Ca. Huayna Capac – Av. Los Incas

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 72. Comparación de demora actual y propuesta

Accesos			Demora Actual (seg)	Demora Propuesta (seg)
Av. Los Incas	OESTE		139.499	123.809
	ESTE		106.320	94.977
Calle Huayna Capac	SUR		107.982	123.753

Fuente: Elaboración Propia

✓ **Calle Atahualpa - Avenida Los Incas**



Figura 32. Ciclo semafórico Ca. Atahualpa – Av. Los Incas

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 73. Comparación de demora actual y propuesta

Accesos			Demora Actual (seg)	Demora Propuesta (seg)
Av. Los Incas	OESTE		178.401	145.759
	ESTE		118.093	97.066
Calle Atahualpa	NORTE		113.266	143.437

Fuente: Elaboración Propia

✓ Calle Francisco de Zela - Avenida Los Incas

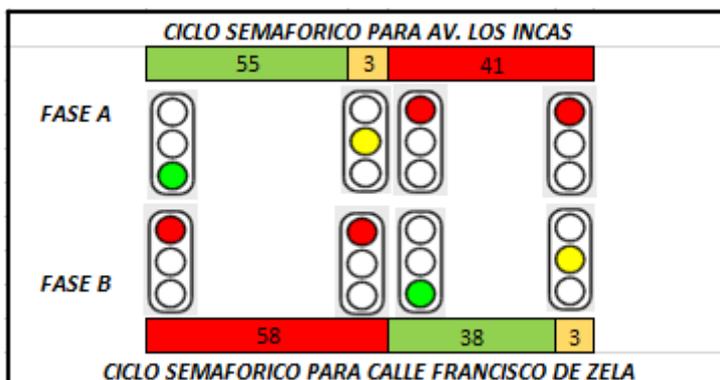


Figura 33 Ciclo semafórico Ca. Francisco de Zela – Av. Los Incas

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 74. Comparación de demora actual y propuesta

Accesos			Demora Actual (seg)	Demora Propuesta (seg)
Av. Los Incas	OESTE		146.330	123.227
	ESTE		124.122	104.757
Calle Francisco de Zela	SUR		102.540	124.624

Fuente: Elaboración Propia

4.2.1.2. Regulación de Rutas y Empresas de Transporte Público

Es necesario la realización de un proyecto que plantee la fusión de rutas, debido a la excesiva oferta del servicio de transporte en nuestra ciudad. Además, también se debe plantear una fusión en las empresas de Transporte con fin de reducir los vehículos de transporte público que pasan por esta Avenida y alrededores

Según el TMT (2018) existen 82 rutas de transporte público en la ciudad de Trujillo, de las cuales 32 rutas pasan por la Avenida Los Incas.

Es necesaria la reducción de estas rutas con fines de buscar un reordenamiento en el transporte de la ciudad de Trujillo.

En la siguiente imagen podremos observar entre Combis, Micros y Autos de diferentes empresas que genera súper posición de vehículos lo que conlleva a problemas de congestión vehicular.



Figura 34. Tránsito de diferentes tipos de vehículo como Combis y Micros en la misma ruta.

Fuente Propia.

4.2.1.3. Carriles y Vías dedicadas al Transporte Público

Una trascendental medida para brindar jerarquía en la infraestructura vial al transporte público es reservar un espacio de la vía para su uso, en el cual no circulen vehículos que no sean de servicio de transporte público.

Estos carriles deben trabajar en unión con la distribución semafórica que otorgue prioridad al flujo de estos vehículos.

Al brindar un carril exclusivo para el transporte público beneficiaríamos al ordenamiento del mismo, mejorando las actuales condiciones en la que se encuentra. Este ordenamiento podría influir positivamente en el congestionamiento que se genera en horas de máxima demanda vehicular.

Cabe mencionar que el planteamiento de esta propuesta es una medida que intenta corregir mediante una correcta administración de las vías, el actual problema de congestión que generan los diferentes tipos de vehículos al momento de circular por las vías.

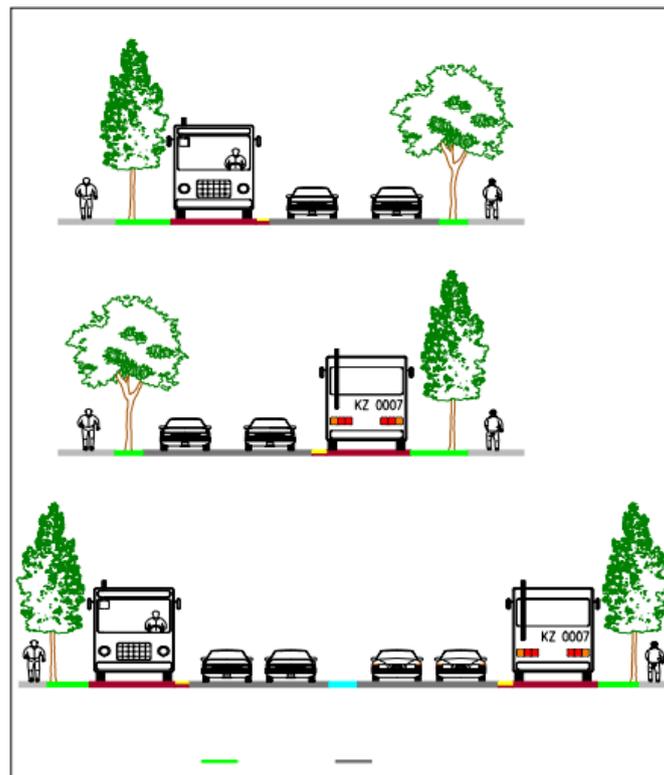


Figura 35. Tipos de Carril "SOLO BUS"

Fuente: Congestión de Transito – Alberto Bull.



Figura 36. Figura de un Carril destinado solo la circulación de Buses

Fuente: Diario El Colombiano.

4.2.1.4. Control del Estacionamiento

El estacionamiento es un componente muy importante en una infraestructura vial. Debido a que muchas personas necesitan hacer uso de ella y más en una zona urbana y al no encontrar una zona de estacionamiento lo más habitual es estacionarse en zonas prohibidas lo cual repercute en la circulación de los vehículos ya que limita la vía.

El control de estacionamiento consiste tener disponibilidad de sitios de parqueo en zonas cercanas a la Avenida Los Incas, con objetivo de que los vehículos no busquen zonas en la vía para poder hacerlo, con esto lograremos mejorar el flujo vehicular.

Según los aforos vehiculares hechos en las distintas intersecciones analizadas, podemos observar que alrededor de 10 – 20 vehículos son los que ocupan espacios en la vía debido al estacionamiento, provocando limitación en el ancho del carril, para una adecuada circulación de los vehículos.

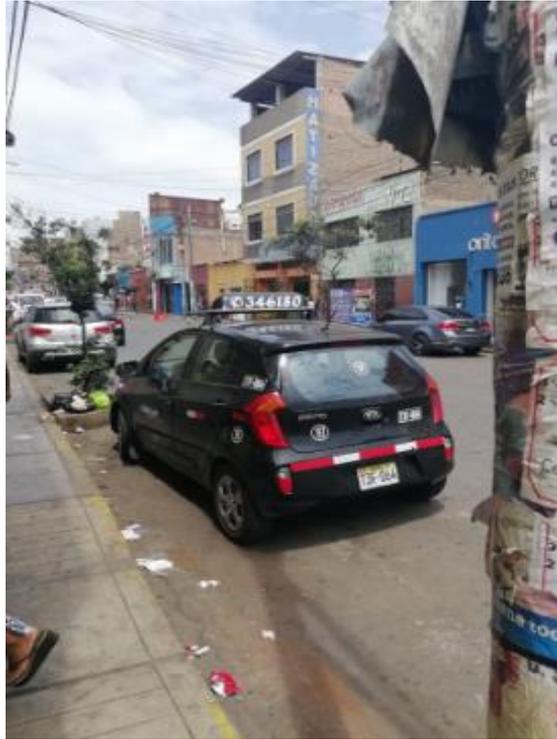


Figura 37. Vehículos estacionados en el Ca. Atahualpa

Fuente: Propia.

4.2.1.5. Implementación de Transporte Masivo

Diferentes tipos de vehículos circula por las calles y avenida de la ciudad de Trujillo, desde vehículos livianos hasta pesados brindando un sinfín de servicios a la población.

Los vehículos que brindan servicios de transporte público, generan un espacio en la superficie de la infraestructura vial, que no puede ser ocupada por otro vehículo.

Siguiendo este concepto, es más eficiente usar vehículos de transporte público que permitan un mayor volumen de personas, con el fin de tener un sistema de transporte más ordenado y con menos congestión, que genere más beneficios a la población.

El uso de un sistema de transporte masivo está enfocado a mejorar la calidad de vida de los pobladores, cumpliendo con todas las necesidades de movilización e influyendo eficiente mente en un transporte ordenado en la ciudad.

Por eso es necesario que las autoridades empiecen a plantearse acerca del uso de transporte masivo en la ciudad de Trujillo, con el fin de hacer uso eficiente de la infraestructura vial.

Cabe señalar que el uso de este sistema trae consigo las siguientes ventajas:

- Menores tiempos de viaje.
- Contribuye al ordenamiento del tránsito.
- Perfil ambiental mejorado gracias a su mayor eficiencia
- Mejor en la arquitectura de la ciudad, la hace ver más moderna.



Figura 38. Modelo de Transporte Masivo

Fuente: Google Images.

4.2.1.6. Restricción Vehicular

Según los aforos realizados en las diferentes intersecciones de la Avenida Los Incas, el tipo de vehículo predominante es el automóvil. Los problemas de congestión vehicular son generados porque existen muchos de estos en circulación, es por esto que surge el plantear una propuesta de restricción vehicular en ciertas horas con el fin de descongestionar la vía.

La aplicación de la restricción vehicular sería en las horas de máxima demanda vehicular para cada intersección. Debemos considerar también que, si muchos automovilistas optaran por desplazarse en un modo diferente, aliviaría automáticamente la congestión vehicular.

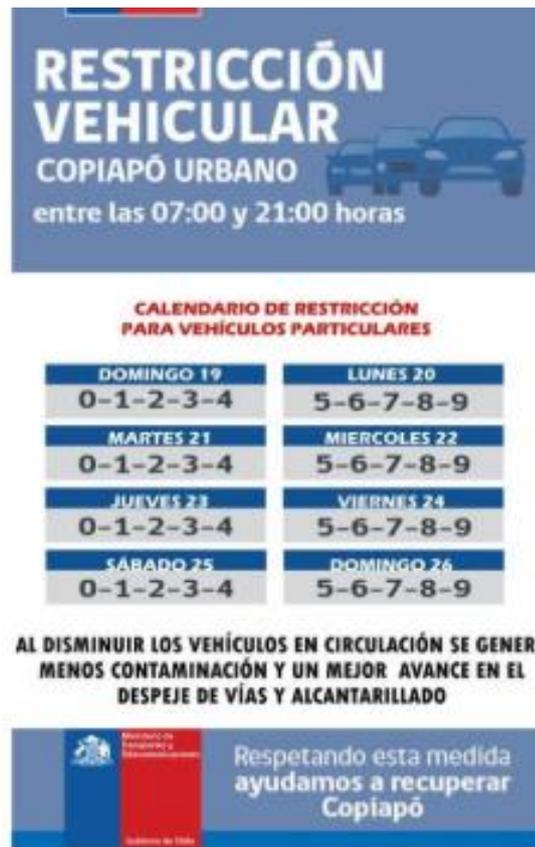


Figura 39. Restricción Vehicular en la ciudad Copiapó

Fuente: Atacama Noticias – Chile.

4.2.1.7. Mejorar la Señalización Vertical y Horizontal

- Mejorar la señalización con la colocación de señales como prohibido girar en U, prohibido estacionar, cruce peatonal, en ambos sentidos de cada intersección y se podría añadir la señal de “No Bloquear Cruce”, la cual debe ser complementada con marcas en el pavimento que forman una malla octogonal de color amarillo que comprende el área de intersección de 2 vías, sobre la cual los conductores no podrán detener su vehículo ni obstruir la intersección cuando el semáforo este en rojo. Esta señal de tránsito podría ayudar a disminuir la congestión en la intersección en horas punta y permitirá que el tránsito sea fluido.
- Además del pintado de pasos peatonales, líneas de carril, flechas indicadoras de tránsito y rompe muelles, puesto que se encuentran en mal estado en todas las intersecciones de la avenida.



Figura 42. Señal de No Bloquear Cruce (R-53)

Fuente: Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calle y Carreteras

4.2.1.8. Pasos Peatonales Elevados

La colocación de pasos peatonales elevados en cada una de las intersecciones semaforizadas de la avenida para ambos sentidos obligaría a los conductores a reducir la velocidad evitando accidentes de tránsito además que los vehículos no obstruyan la circulación peatonal y bloqueen el cruce lo que genera congestión vehicular. Un paso peatonal debe tener las siguientes características:

- Altura de 10 cm (más, menos 1 cm).
- La longitud del tramo elevado horizontal debe ser de 4 metros (más, menos 20 cm). Solo en casos excepcionales se admite un mínimo de 2,5 metros.
- La longitud de la rampa de entrada y de la rampa de salida debe ser de 1 m para 30 km/h, 1,5 m para 40 km/h y 2,5 m para 50 km/h.
- El escalón en el borde de entrada debe ser inferior a medio centímetro.

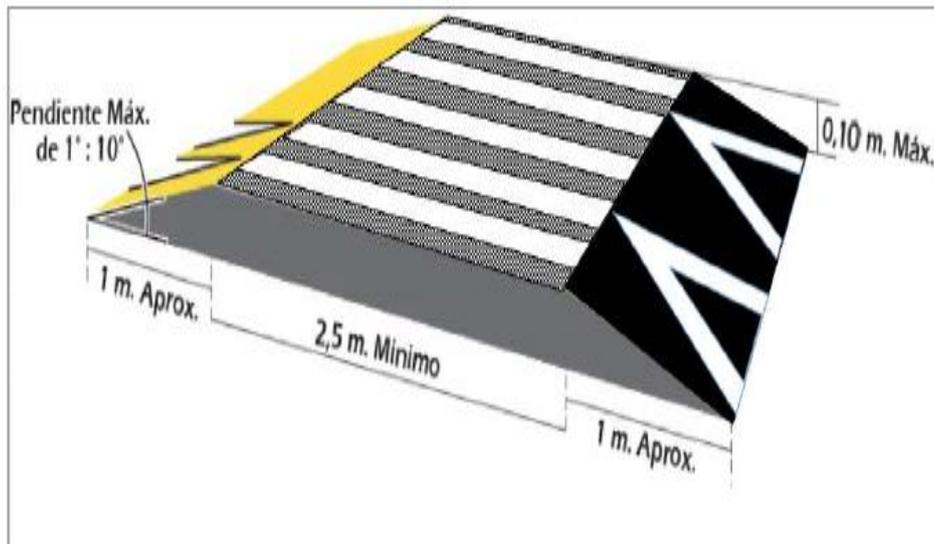
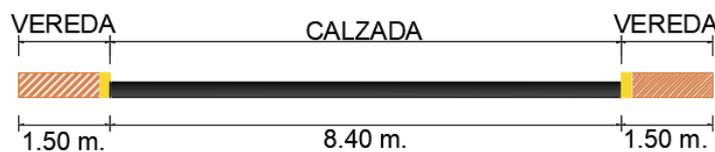


Figura 43. Medidas estándares para un paso peatonal elevado
 Fuente: Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calle y Carreteras

4.2.1.9. Ampliación de Veredas

- Ampliar el ancho de las veredas de la Calle Túpac Yupanqui que tienen un ancho de 1.5 metros y se podría ampliar de 0.60 a 0.80 metros más para mejorar el tránsito de peatones.

ESTADO ACTUAL



PROPUESTA

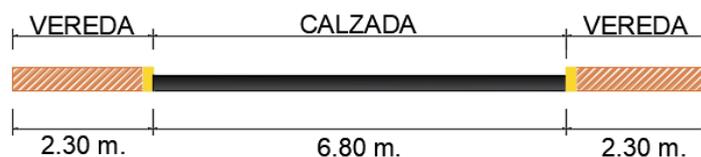
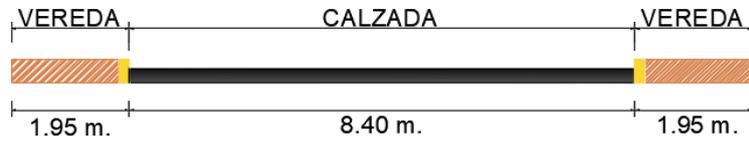


Figura 44. Estado actual y propuesta de las veredas de la calle Túpac Yupanqui

Fuente: Propia.

- Ampliar el ancho de la vereda de la calle Huayna Cápac de 0.60 a 0.80 metros adicionales.

ESTADO ACTUAL



PROPUESTA

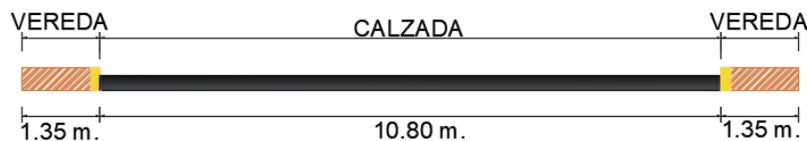


Figura 45. Estado actual y propuesta de las veredas de la calle Huayna Cápac

Fuente: Propia.

- Ampliar el ancho de las veredas de la calle Atahualpa que tiene 1.35 metros de ancho lo cual es muy reducido para la circulación peatonal ya que hay zonas comerciales en la intersección y cercanas a esta. Se podría ampliar en 0.90 metros.

ESTADO ACTUAL



PROPUESTA

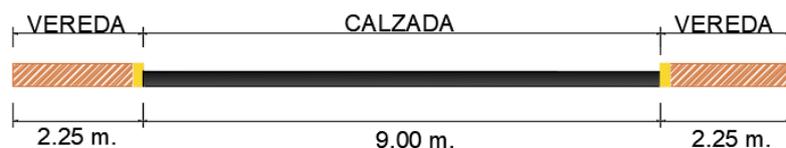
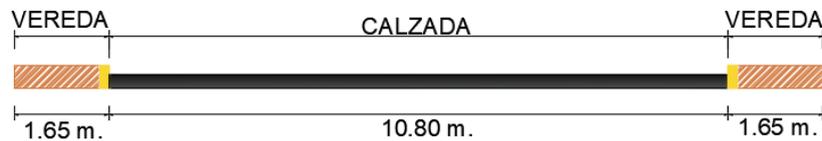


Figura 46. Estado actual y propuesta de las veredas de la calle Atahualpa

Fuente: Propia.

- Ampliar el ancho de la vereda de la calle Francisco de Zela ya que mide 1.65 metros ya que en horas punta se presentan grandes intensidades peatonales por el gran movimiento comercial que hay en la zona. Se podría ampliar 0.90 metros para una mejor circulación de peatones.

ESTADO ACTUAL



PROPUESTA

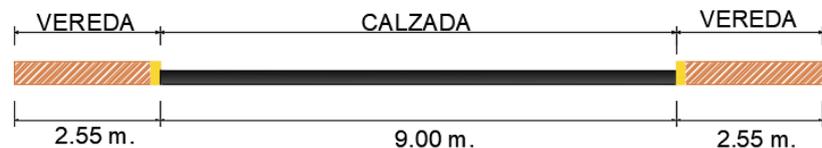


Figura 47. Estado actual y propuesta de las veredas de la calle Francisco

Fuente: Propia.

4.2.1.10. Prohibición de Comercio Ambulatorio y Policías de Tránsito

- Se debería prohibir el comercio ambulatorio en la avenida principalmente en las intersecciones Av. Los Incas y Calle Atahualpa y Av. Los Incas y Calle Francisco de Zela puesto que se invade gran parte de las veredas y carriles de la vía, obstaculizando la circulación peatonal y vehicular además generan gran cantidad de basura la cual es desechada en la berma central de la avenida lo que ocasiona contaminación ambiental y obstrucción del tránsito.
- La presencia de policías de tránsito en horas punta ayudaría a que conductores y usuarios respeten las señales de tránsito y que la circulación vehicular y peatonal sea más fluida.



Figura 48. Presencia de comercio ambulatorio en la intersección obstaculizando el tránsito vehicular y peatonal

Fuente: Propia

V. DISCUSION DE RESULTADOS

5.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR

5.1.1. Características de las Vías.

La configuración de la intersección corresponde a un cruce en equis “X” semaforizado, La Avenida Los Incas es una vía de 2 sentidos, que tiene 2 carriles por acceso y las vías que la intersectan son de un solo sentido.

Tabla 75. Resumen de datos de las Calles a lo largo de la Av. Los Incas

VÍAS	ANCHO	CARRILES
Av. Los Incas	3.4	4
Ca. Francisco de Zela	3.6	3
Ca. Atahulpa	3.6	3
Ca. Huayna Capac	4.2	2
Ca. Tupac Yupanqui	4.2	2
Av. Moche	3.4	3

Fuente: Elaboración Propia

Existe una carencia de señalización vertical u horizontal que alerte sobre la presencia de un cruce peatonal o de paradero de transporte público.

Los vehículos poseen 2 movimientos permitidos (de frente, izquierda o derecha) en la Avenida Los Incas, y 3 movimientos permitidos (de frente, izquierda y derecha) en cada intersección.

5.1.2. Composición y Flujo Vehicular

Del diagnóstico de la composición y flujo vehicular de las diferentes intersecciones a lo largo de la Avenida Los Incas.

Podremos decir que:

El día de máxima demanda vehicular y la hora punta, fueron los días martes, miércoles y jueves, en las horas de la mañana, tarde y noche. Considerando que el mayor día de flujo vehicular se presenta en los días hábiles entre lunes y viernes, en las horas de ingreso y salida donde se encontró un mayor flujo vehicular.

El tipo de vehículo de predominante en todas las intersecciones es el Automóvil en la mayoría de casos oscila entre el 40% y 55% del total de vehículos.

Sin embargo, el transporte público oscila entre 30% y 50%, la cual también es una cifra elevada, lo cual genera una excesiva congestión vehicular al unir estos tipos de vehículos en una misma vía.

Deduciéndose que el flujo de la Avenida Los Incas está compuesto principalmente por vehículos tipo M1 (autos) y vehículos dedicados al transporte público (M2-III) Combis y (M3-II) Micros

Además, se observa que el comportamiento de flujo vehicular iniciado en la Intersección con la Avenida Moche y terminado con la calle Francisco de Zela, va de forma ascendente. En la Intersección con la Avenida Moche se contabilizó un total de 1903 vehículos/hora en la hora punta, mientras que en la Intersección con la Calle Francisco de Zela se contabilizó 2244 vehículos/hora. Esto se debe a que existe una gran presencia de comercios aleñados a la calle Francisco de Zela, por eso se observó un flujo vehicular ascendente.

5.1.3. Características del Tráfico

Teniendo en cuenta los parámetros determinados del Factor Hora Punta (FHP), para cada intersección de la vía estudiada deducimos que:

Las 5 Intersecciones (Av. Moche – Av. Los Incas, Ca. Túpac Yupanqui – Av. Los Incas, Ca. Huayna Cápac – Av. Los Incas, Ca. Atahualpa – Av. Los Incas y Ca. Francisco de Zela – Av. Los Incas), presenta una constante distribución del flujo vehicular en su hora de máxima demanda, debido a que el factor de hora punta es próximo a la unidad. Obteniendo en todas las intersecciones un valor entre 0.95 y 0.99.

De este valor podremos decir que no existe un instante en el que no pase un vehículo por cada una de las intersecciones, siempre habrá flujo vehicular.

Además, se determinó el flujo vehicular en sus 15 minutos de máxima intensidad, teniendo los valores de:

- ✓ Para Av. Moche – Av. Los Incas: 485 veh/15min, con un total de 1903 veh/hora.
- ✓ Para Ca. Túpac Yupanqui – Av. Los Incas: 536 veh/15min, con un total de 2086 veh/hora.

- ✓ Para Ca. Huayna Cápac – Av. Los Incas: 533 veh/15min, con un total de 2056 veh/hora.
- ✓ Para Ca. Atahualpa – Av. Los Incas: 628 veh/15min, con un total de 2463 veh/hora.
- ✓ Para Ca. Francisco de Zela – Av. Los Incas: 590 veh/15min, con un total de 2244 veh/hora.

5.1.4. Nivel de Servicio Vehicular

La Avenida Los Incas está compuesta por 2 carriles con un sentido de flujo vehicular diferente. Las intersecciones que presenta a lo largo de su tramo son de tipo de CRUZ (+), y las vías que la intersectan solo son de un sentido.

Para la evaluación del Nivel de Servicio se identificaron los accesos, el flujo vehicular y el tipo de giro que realizan los vehículos.

Luego del procesamiento de datos se pudo verificar que las diferentes Intersecciones en la Avenida Los Incas presentan el nivel más bajo de servicio (NS F), la cual se caracteriza por las altas demoras de viaje y extensas colas de vehículos y presenta una congestión vehicular muy alta.

Las demoras de viaje diagnosticadas en la hora máxima de demanda vehicular se encuentran entre los 64 segundos y 124 segundos en la Intersección más crítica.

El Manual de Capacidad de Carreteras, tiene como indicador del nivel de servicio al flujo vehicular, sin embargo, existen otros factores que influyen en el nivel de servicio de una vía puesto que ellos condicionan el flujo vehicular, dentro de ellos tenemos a la calidad de la superficie de rodadura, ancho efectivo de la calzada entre otros. En la vía estudiada se pudo apreciar que la superficie de rodadura del pavimento se encuentra en un proceso de desgaste ocasionado por el constante flujo vehicular, lo cual influye de manera negativa a la calidad de servicio para la circulación de los vehículos.

5.2. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO PEATONAL

5.2.1. Características Geométricas de la vía peatonal

La vía peatonal corresponde a las veredas de la vía estudiada las cuales son las siguientes:

En la intersección Av. Los Incas y Av. Moche la medida de las veredas es de 3.50 m. y 2.50 m. en la avenida Los Incas y 2.30 m. en la avenida Moche.

En la intersección Av. Los Incas y Calle Túpac Yupanqui la medida de las veredas es de 2.45 m. y 2.40 m. en la avenida Los Incas y 1.5 en la calle Túpac Yupanqui.es

En la intersección Av. Los Incas y Calle Huayna Cápac la medida de las veredas es de 2.45 m. en la avenida Los Incas y 1.95 m. en la calle Huayna Cápac.

En la intersección Av. Los Incas y Calle Atahualpa la media de las veredas es de 2.35 m. y 2.40 m. y 1.35 m. en la calle Atahualpa.

En la intersección Av. Los Incas y Calle Francisco de Zela la medida de las veredas es de 2.40 m. y 2.45 m. en la avenida Los Incas y de 1.65 m. en la calle Francisco de Zela.

Las veredas de la Avenida Los Incas presentan medidas variadas, las aceras de las intersecciones objeto de estudio, presentan algunas medidas que no cumplen con la Norma GH.020 Componentes de Diseño Urbano del Reglamento Nacional de Edificaciones lo cual afecta al nivel de servicio peatonal.

5.2.2. Características del Tránsito Peatonal

Teniendo en cuenta las estadísticas de las gráficas de aforo peatonal las cuales se tomaron de la hora punta vehicular se puede deducir que:

Según la gráfica n° del aforo peatonal en la intersección Av. Los Incas y Av. Moche que se realizó el día martes de 8:00 a.m. a 9:00 a.m. se observa que los quince minutos de mayor intensidad se encuentran entre las 8:15 a.m. y 8:30 a.m. puesto que en dicha intersección se encuentra la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones a donde las personas acuden para el trámite de brevets.

Según la gráfica n° del aforo peatonal de la intersección Av. Los Incas y Calle Túpac Yupanqui que se realizó el día jueves de 12:00 p.m. a 1:00 p.m. se

observa que los quince minutos de mayor intensidad se encuentra entre las 12:45 p.m. a 1:00 p.m. ya que en es la hora en donde personas salen de diversos centros de trabajo y también escolares de colegios cercanos a la zona.

Según la gráfica n° del aforo peatonal de la intersección Av. Los Incas y Calle Huayna Cápac que se realizó el día miércoles de 12:00 p.m. a 1:00 p.m. se observa que los 15 minutos de mayor intensidad se encuentra entre las 12:30 p.m. y 12:45 p.m. ya que personas también salen de sus centros laborales para tomar el transporte público.

Según la gráfica n° del aforo peatonal de la intersección Av. Los Incas y Calle Atahualpa que se realizó el día martes de 12:00 p.m. a 1:00 p.m. se observa que los quince minutos de mayor intensidad se encuentra entre las 12:15 p.m. y 12:30 p.m. puesto que la zona presenta movimiento comercial hay flujos peatonales altos.

Según la gráfica n° del aforo peatonal de la intersección Av. Los Incas y Calle Francisco de Zela que se realizó el día martes de 6:00 p.m. a 7:00 p.m. se observa que los quince minutos de mayor intensidad se encuentra entre 6:30 a 6:45 p.m. puesto que a esa hora varias personas terminan la jornada laboral y hacen uso del transporte público, además la zona presenta gran movimiento comercial donde hay intensidades peatonales altas.

5.2.3. Nivel de Servicio Peatonal

El análisis del nivel de servicio peatonal se hizo en una esquina de cada intersección aplicando la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM), y al procesar datos se obtuvo los siguientes niveles de servicio:

La esquina de la intersección Av. Los Incas y Av. Moche presenta una intensidad de 30 peatones por ciclo semafórico y un nivel de servicio B, el cual es aceptable para la circulación peatonal de la zona.

La esquina de la intersección Av. Los Incas y Calle Túpac Yupanqui presenta una intensidad de 23 peatones por ciclo semafórico y un nivel de servicio D, por el ancho de las veredas de la calle Túpac Yupanqui que son muy reducidas para la circulación peatonal siendo una zona con moderado tránsito peatonal.

La esquina de la intersección Av. Los Incas y Calle Huayna Cápac presenta una intensidad de 32 peatones por ciclo semafórico y un nivel de servicio D, por el moderado tránsito peatonal de la zona y los obstáculos que presentan las veredas.

La esquina de la intersección Av. Los Incas y Calle Atahualpa presenta una intensidad de 30 peatones por ciclo semafórico y un nivel de servicio E, el cual es muy bajo por el ancho reducido que presentan las veredas de la calle Atahualpa y los obstáculos como comercio ambulatorio que dificultan el correcto tránsito peatonal.

La esquina de la intersección Av. Los Incas y Calle Francisco de Zela presenta una intensidad de 32 peatones por ciclo semafórico y un nivel de servicio E, siendo muy bajo para la zona como considerado tránsito peatonal debido a l gran movimiento comercial y por el reducido ancho de las veredas de la calle Francisco de Zela además del comercio ambulatorio en gran cantidad que obstaculiza la circulación peatonal.

CONCLUSIONES

- Podemos concluir que según los datos estadísticos obtenidos en la hora punta existe un gran flujo vehicular superando los 1900 veh/h lo que a su vez genera, contaminación sonora, ambiental, estrés poblacional, entre otros. El mayor problema que enfrenta la Avenida Los Incas es la congestión vehicular, ya que las demoras en los viajes de los vehículos a sus destinos sobrepasan los 2 minutos. Además, la carencia y el desgaste de las señales de tránsito vertical y horizontal, que debido al paso de vehículos genera su desaparición, incrementa el riesgo para accidentes y hacen que la vía no cubra con las necesidades de la población.
- Concluimos que según los aforos realizados en la Avenida Los Incas, la hora máxima de demanda vehicular y peatonal se encuentra en la mañana, tarde y noche. Debido a que en estas horas existe una gran intensidad de vehículos y personas. Notamos que los mayores flujos se encuentran en las Intersecciones Ca. Francisco de Zela y Av. Los Incas, Ca. Atahualpa y Av. Los Incas, esto se debe a que estos tramos presentan mayor comercio ambulante y está cerca al Mercado Mayorista, conglomerando vehículos y personas en cantidades mayores Los cuales demostramos a continuación:
 - Ca. Francisco de Zela – Av. Los Incas: 2244 veh/h – 323 pt/15min
 - Ca. Atahualpa – Av. Los Incas: 2463 veh/h – 303 pt/15min
 - Ca. Huayna Cápac – Av. Los Incas: 2056 veh/h – 285 pt/15min
 - Ca. Túpac Yupanqui – Av. Los Incas: 2086 veh/h – 203 pt/15min
 - Av. Moche – Av. Los Incas: 1903 veh/h – 267 pt/15min
- El nivel de servicio vehicular de la Avenida Los Incas realizada con la metodología del manual de Capacidad de Carretera llegó a un NS F a lo largo de su tramo. Lo que significa que la infraestructura presente brinda una calidad de nivel bajo para una circulación de los vehículos. Con base en el Nivel de Servicio encontrado se puede decir que la capacidad de las intersecciones no es suficiente para sostener el volumen vehicular actual, esto quiere decir que existe un notable desequilibrio entre la oferta y demanda de transporte. Los cuales mostramos a continuación:
 - Ca. Francisco de Zela – Av. Los Incas: Nivel de Servicio F.
 - Ca. Atahualpa – Av. Los Incas: Nivel de Servicio F.

- Ca. Huayna Cápac – Av. Los Incas: Nivel de Servicio F.
- Ca. Túpac Yupanqui – Av. Los Incas: Nivel de Servicio F.
- Av. Moche – Av. Los Incas: Nivel de Servicio F.
- Concluimos que el Nivel de Servicio Peatonal están entre B y D lo que significa que la infraestructura peatonal presente brinda una calidad regular-baja para el desarrollo de las actividades peatonales. Se debe resaltar que esto se debe a la existencia de un excesivo comercio ambulatorio ocupando las veredas, lo cual impide un paso fluido de los peatones en hora punta, afectando de manera importante el funcionamiento de las intersecciones. Nuestra evaluación diagnosticó que actualmente el Nivel de Servicio que brinda la infraestructura peatonal en la Av. Los Incas son:
 - Ca. Francisco de Zela – Av. Los Incas: Nivel de Servicio E.
 - Ca. Atahualpa – Av. Los Incas: Nivel de Servicio E.
 - Ca. Huayna Cápac – Av. Los Incas: Nivel de Servicio D.
 - Ca. Túpac Yupanqui – Av. Los Incas: Nivel de Servicio D.
 - Av. Moche – Av. Los Incas: Nivel de Servicio B.
- Contrastando la distribución de los semáforos en la propuesta, buscamos una homogeneidad en los tiempos de demora de los vehículos para cada intersección y vemos un leve mejoramiento, concluyendo en que se necesitan una red de semáforos inteligentes a lo largo de la Avenida Los Incas, los cuales sean configurados cada hora respecto a la cantidad de vehículos aforados por el mismo semáforo. Además, consideramos que, si existe una regulación de las rutas de transporte público, sumado esto con proyectos futuros sobre de paraderos formales para el transporte público, la restricción vehicular de cierto tipo de vehículos, la creación carril solo bus y la implementación de un sistema de transporte masivo, la congestión vehicular se minorará en un grado notable y la infraestructura vial podrá satisfacer las necesidades de la población. Cabe mencionar que las propuestas descritas en el presente trabajo de tesis han sido basadas en la evaluación del Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular y peatonal, la cual manifiesta su estado a través de las demoras de los viajes tanto para vehículos como personas. El estado actual de la Infraestructura vial, no brinda un adecuado servicio en el aspecto vehicular y no es del todo segura para el tránsito peatonal.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio a futuro del actual nivel de servicio y capacidad vehicular en las intersecciones de las Avenidas principales y calles de la ciudad de Trujillo, ya que tener un diagnóstico completo, nos permitirá tener un mejor panorama sobre las necesidades de mejoramiento que requieren las vías en nuestra ciudad.
- Las metodologías desarrolladas son aplicables a los nuevos proyectos de infraestructura vial de la ciudad de Trujillo, debido a que sería de mucha útil tener en consideración el estudio de las vías que van a ser utilizadas por peatones y vehículos estimando la apreciación de calidad y no solamente la capacidad de las vías, brindando un servicio adecuado para la población.
- Para mejorar la seguridad vial, los ingenieros civiles debemos tener una correcta formación en diseño de transporte urbano, así poder fomentar el respeto a las normas de tránsito a través de diseños de infraestructura vial que tengan una señalización clara y que se adapte a las diversas necesidades de los usuarios.
- Para conseguir minorar el problema de congestión y brindar una buena calidad de servicio en las vías, no sólo debe haber un control de tráfico a través los policías de tránsito en las horas de mayor flujo vehicular, sino también se debe rediseñar los sitios de paradas para los autobuses y lograr que estos no se paren en cualquier lugar, revisar las frecuencias de las rutas para eliminar recorridos innecesarios y definir carriles exclusivos o prioritarios para autobuses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bañon B. & Bevía G. (2000). *Manual de Carreteras: Elementos y Proyectos (Vol. 1º)* Alicante: Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A.
- Fernández R. (2014). *Temas de Ingeniería y Gestión de Tránsito*. (1º Ed) Chile, RIL Editores.
- Transportation research board (2000) *Highway Capacity Manual*. U.S.A: Washington DC.
- INEI (2018). *Parque automotor en circulación a nivel nacional según departamentos*.
- Kraemer C., Pardillo J., Rocci S. & otros (2003). *Ingeniería de Carreteras*. España. Mc Graw Hill.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2015): *Informe de Caracterización de tramos de vía de alta Incidencia de Accidentes de Tránsito en el distrito de Trujillo*.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2016) *Manual de Dispositivos de Control del tránsito automotor para calles y carreteras*.
- Tapia A. & Veizaga B. (2006). *Apoyo Didáctico para la Enseñanza y Aprendizaje de la Asignatura De Ingeniería De Tráfico*. Bolivia. Universidad Mayor de San Simón.

ANEXOS

ANEXO 1: FORMATO PARA REALIZAR AFORO VEHICULAR

FORMULARIO DE ENTRADA						
Nombre del Proyecto:						
Intersección:	Avenida Los Incas	Fecha:				
Analista:			Cuidad/Distrito:			
Periodo de Análisis			Tipo de Área:			
CONDICIONES GEOMÉTRICAS DE CIRCULACIÓN						
Acceso	Pend (%)	V.Pe (%)	Nm (Estacionami	FHP	Ng (Micro/Bus)	Ancho
Norte						
Sur						
Este						
Oeste						
PLAN DE FASES						
Acceso	Verde (s)	Ambar (s)	Rojo (s)	Duracion del Ciclo (s)		
Norte						
Sur						
Este						

ANEXO 2: FORMATO PARA REALIZAR AFORO PEATONAL

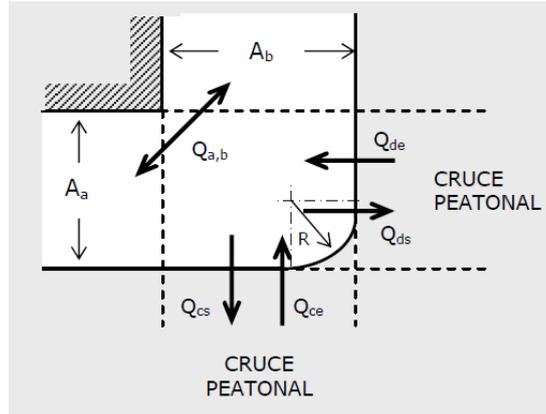
FORMATO DE AFORO PEATONAL EN ESQUINAS

INTERSECCIÓN:

DÍA:

HORA:

FECHA:



INTENSIDAD PEATONAL	HORA	AFORO PEATONAL EN 15 MINUTOS PUNTA	TOTAL
Qcs			
Qce			
Qds			
Qde			
Qa,b			

ANEXO 3: CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN AV. LOS INCAS – CALLE FRANCISCO DE ZELA



ANEXO 4: CONTEO PEATONAL EN INTERSECCIÓN AV. LOS INCAS – CALLE FRANCISCO DE ZELA



ANEXO 4: CONGESTIÓN VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN AV. LOS INCAS – CALLE FRANCISCO DE ZELA



ANEXO 5: PEATONES ESPERANDO EL TRANSPORTE PÚBLICO EN LA INTERSECCIÓN AV. LOS INCAS – CALLE FRANCISCO DE ZELA



ANEXO 6: CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN AV. LOS INCAS – CALLE ATAHUALPA



ANEXO 7: CONGESTIÓN VEHICULAR CERCA A LA INTERSECCIÓN AV. LOS INCAS – CALLE ATAHUALPA



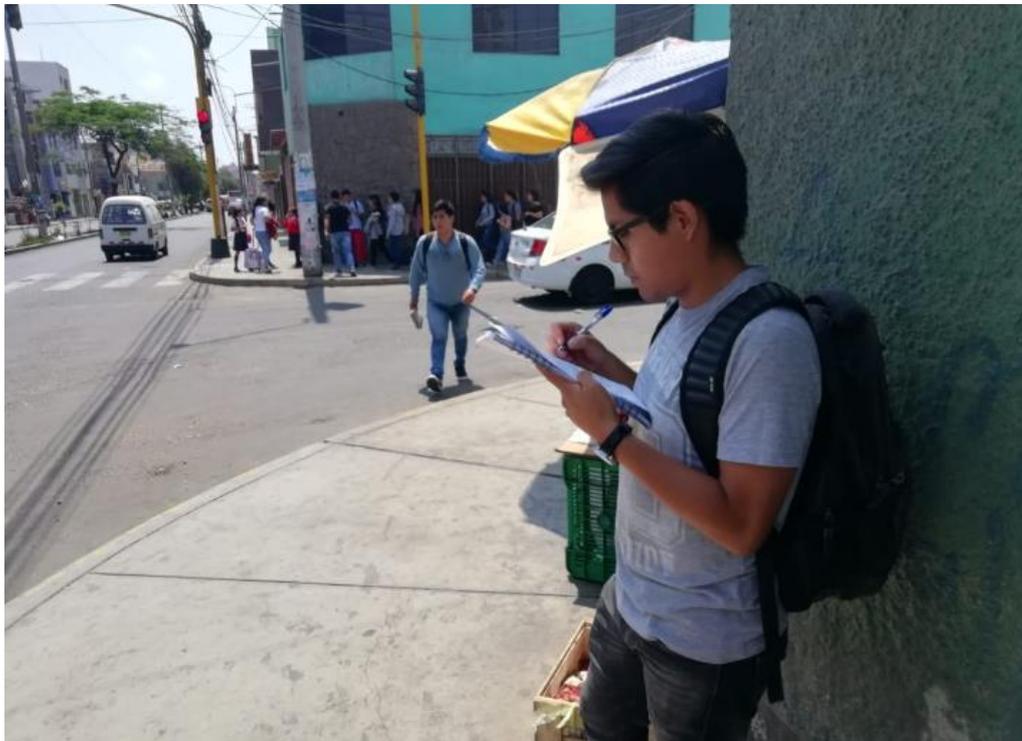
ANEXO 8: BASURA Y CONGESTIÓN VEHICULAR EN LA AVENIDA LOS INCAS



ANEXO 9: CONGESTIÓN VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN AV. LOS INCAS – CALLE ATAHUALPA GENERANDO CONFLICTOS ENTRE PEATONES Y VEHICULOS



ANEXO 10: CONTEO PEATONAL EN LA INTERSECCIÓN AV. LOS INCAS – CALLE HUAYNA CÁPAC



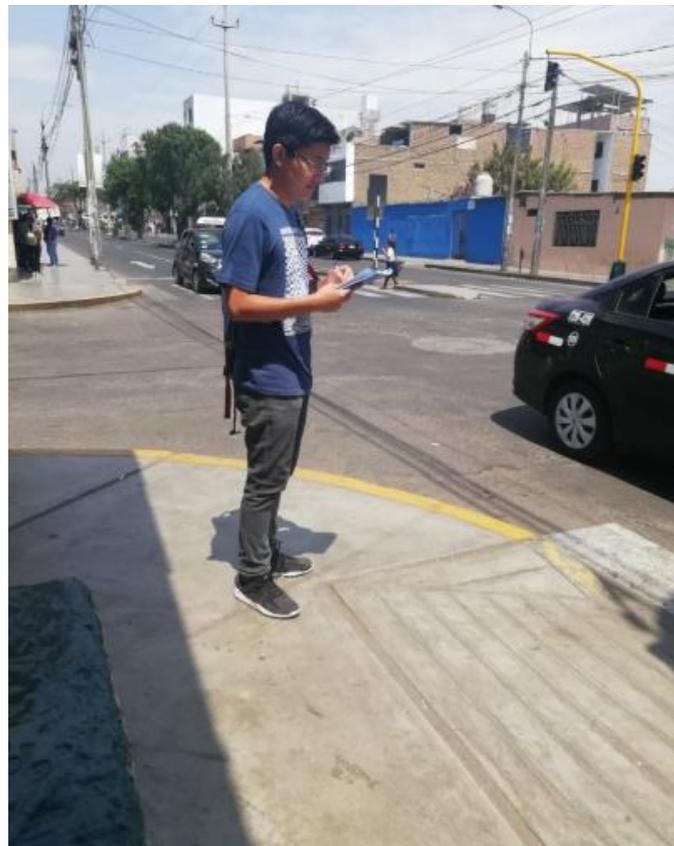
ANEXO 11: CONTEO VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN AV. LOS INCAS – CALLE HUAYNA CÁPAC



ANEXO 12: CONGESTIÓN VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN AV. LOS INCAS – CALLE HUAYNA CÁPAC



ANEXO 13: CONTEO PEATONAL EN LA INTERSECCIÓN AV. LOS INCAS – CALLE TÚPAC YUPANQUI



ANEXO 14: CONTEO VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN AV. LOS INCAS – CALLE TÚPAC YUPANQUI



ANEXO 15: CONGESTIÓN VEHICULAR Y COMERCIO AMBULATORIO EN LA INTERSECCIÓN AV. LOS INCAS – CALLE TÚPAC YUPANQUI



ANEXO 16: MEDIDA DE VEREDAS DE LA AVENIDA LOS INCAS



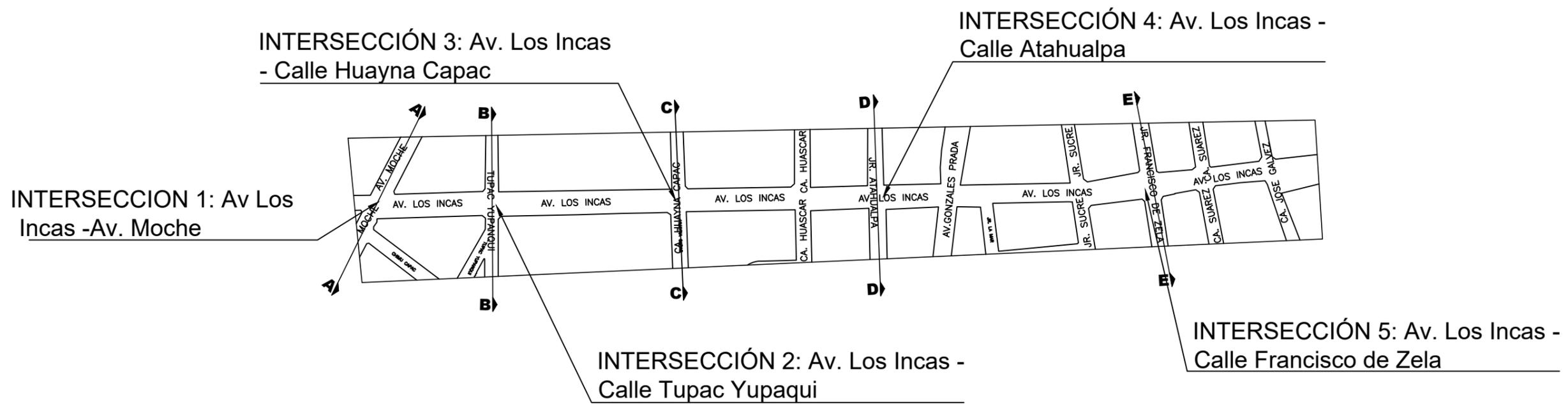
ANEXO 17: MEDIDA DE CALZADAS DE LA AVENIDA LOS INCAS



UPAO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de
Ingeniería Civil



VISTA EN PLANTA
S/C = 1:4000

PROFESIONALES :

Br. Méndez Cruz Juan Pedro

**Br. Wang Oropeza Mario
César Jeanpoul**

UBICACIÓN :

Av. Los Incas

PROYECTO :

**"Estudio y
Propuesta de
Mejoramiento de la
Transitabilidad
Vehicular y
Peatonal de la Av.
Los Incas en la
Ciudad de Trujillo -
La Libertad"**

ESCALA:

INDICADA

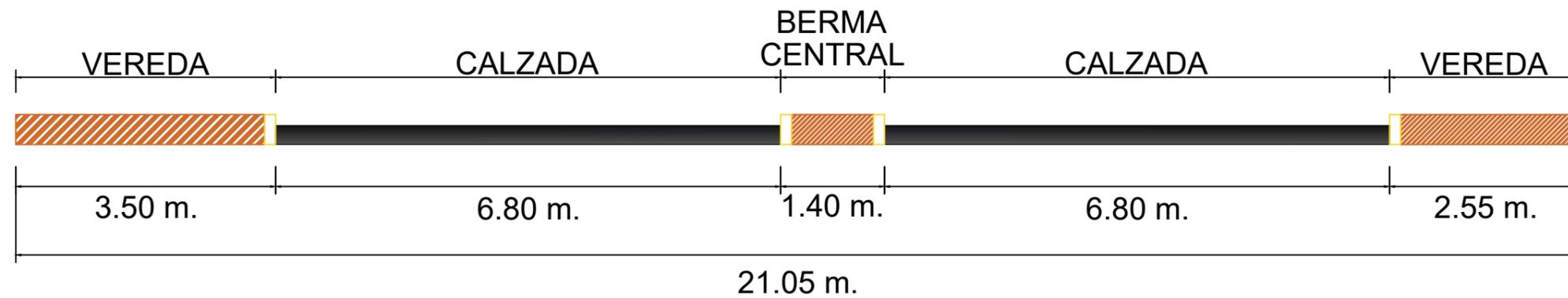
FECHA :

ENERO - 2019

LÁMINA :

P-01

INTERSECCIÓN AV. LOS INCAS - AV. MOCHE



CORTE A-A
S/C = 1:75

UPAO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



PROFESIONALES :

Br. Méndez Cruz Juan Pedro

Br. Wang Oropeza Mario César Jeanpoul

UBICACIÓN :

Av. Los Incas

PROYECTO :

"Estudio y Propuesta de Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular y Peatonal de la Av. Los Incas en la Ciudad de Trujillo - La Libertad"

ESCALA:

INDICADA

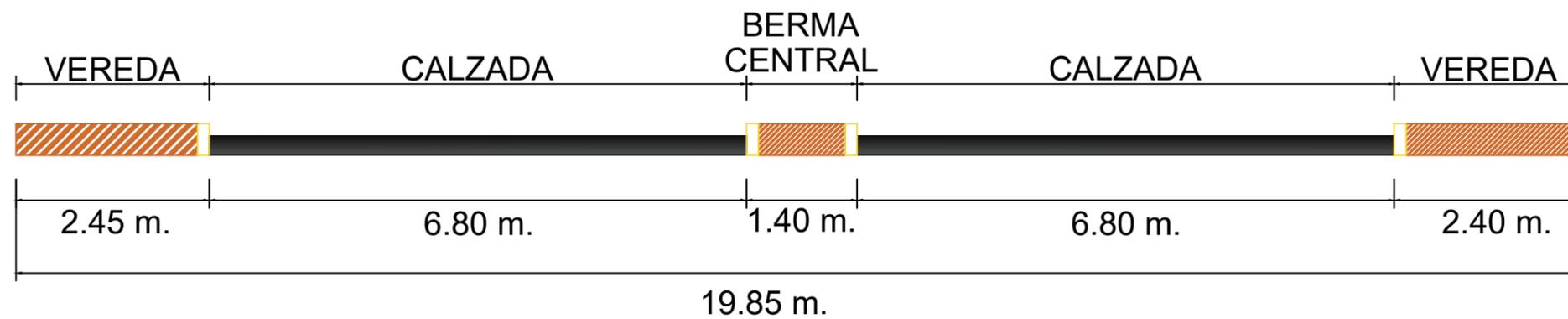
FECHA :

ENERO - 2019

LÁMINA :

P-02

INTERSECCIÓN AV. LOS INCAS - CALLE TÚPAC YUPANQUI



CORTE B-B
S/C = 1:75

UPAO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



PROFESIONALES :

Br. Méndez Cruz Juan Pedro

Br. Wang Oropeza Mario César Jeanpoul

UBICACIÓN :

Av. Los Incas

PROYECTO :

"Estudio y Propuesta de Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular y Peatonal de la Av. Los Incas en la Ciudad de Trujillo - La Libertad"

ESCALA:

INDICADA

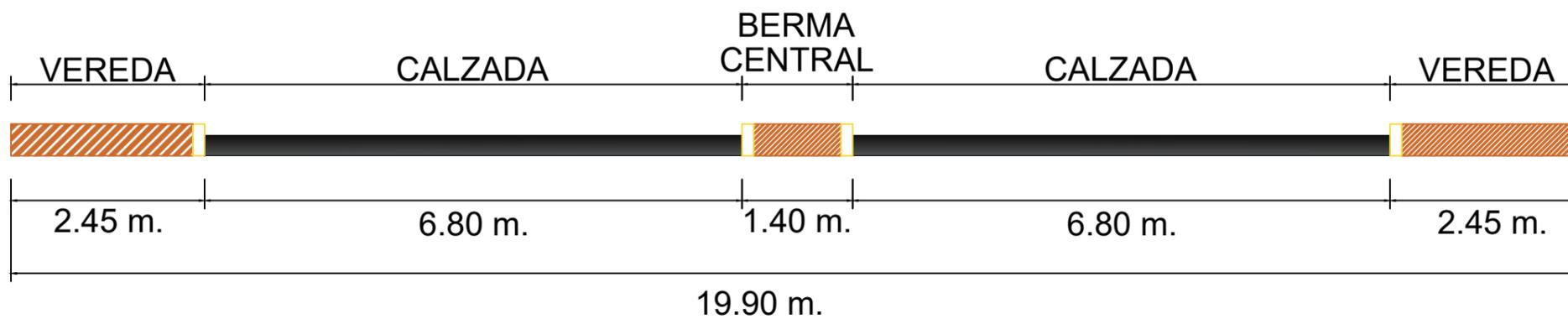
FECHA :

ENERO - 2019

LÁMINA :

P-03

INTERSECCIÓN AV. LOS INCAS - CALLE HUAYNA CÁPAC



CORTE C-C
S/C = 1:75

UPAO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de
Ingeniería Civil



PROFESIONALES :

Br. Méndez Cruz Juan Pedro

Br. Wang Oropeza Mario
César Jeanpoul

UBICACIÓN :

Av. Los Incas

PROYECTO :

"Estudio y
Propuesta de
Mejoramiento de la
Transitabilidad
Vehicular y
Peatonal de la Av.
Los Incas en la
Ciudad de Trujillo -
La Libertad"

ESCALA:

INDICADA

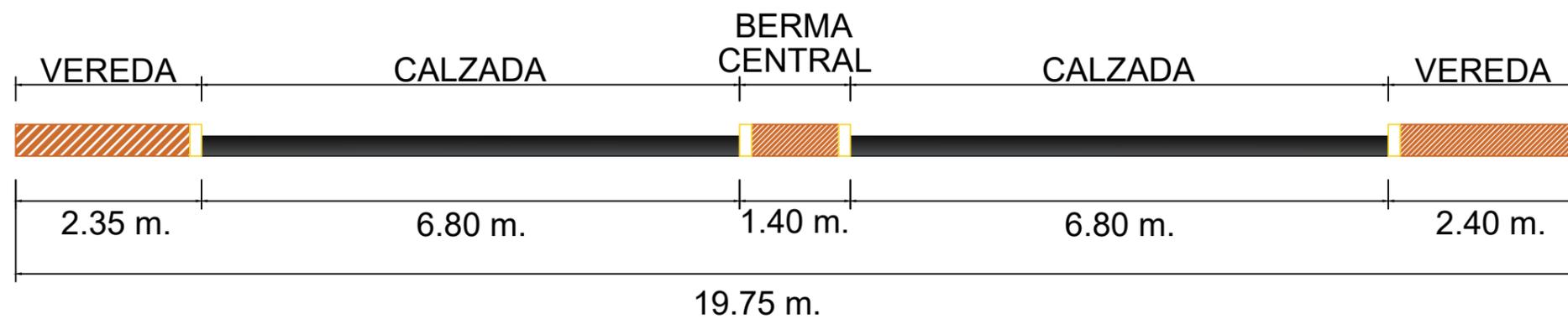
FECHA :

ENERO - 2019

LÁMINA :

P-04

INTERSECCIÓN AV. LOS INCAS - CALLE ATAHUALPA



CORTE D-D
S/C = 1:75

UPAO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de
Ingeniería Civil



PROFESIONALES :

Br. Méndez Cruz Juan Pedro

Br. Wang Oropeza Mario
César Jeanpoul

UBICACIÓN :

Av. Los Incas

PROYECTO :

"Estudio y
Propuesta de
Mejoramiento de la
Transitabilidad
Vehicular y
Peatonal de la Av.
Los Incas en la
Ciudad de Trujillo -
La Libertad"

ESCALA:

INDICADA

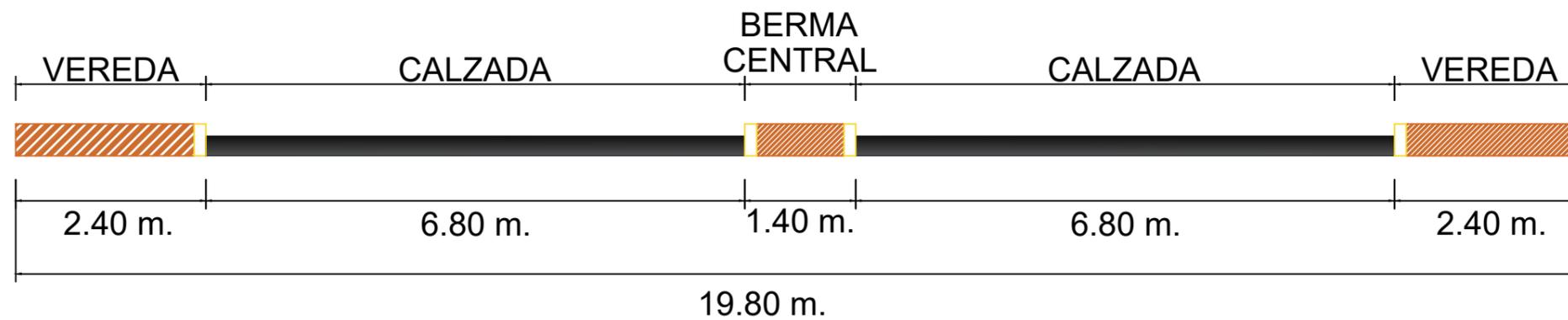
FECHA :

ENERO - 2019

LÁMINA :

P-05

INTERSECCIÓN AV. LOS INCAS - CALLE FRANCISCO DE ZELA



CORTE E-E
S/C = 1:75

UPAO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de
Ingeniería Civil



PROFESIONALES :

Br. Méndez Cruz Juan Pedro

Br. Wang Oropeza Mario
César Jeanpoul

UBICACIÓN :

Av. Los Incas

PROYECTO :

"Estudio y
Propuesta de
Mejoramiento de la
Transitabilidad
Vehicular y
Peatonal de la Av.
Los Incas en la
Ciudad de Trujillo -
La Libertad"

ESCALA:

INDICADA

FECHA :

ENERO - 2019

LÁMINA :

P-06