

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**NIVELES DE SERVICIO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL
PARA OPTIMIZAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN
AVENIDAS URBANAS**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. GONZALES CHIRINOS, JEANPIER WALTER

Bach. MACHACA ARAPA, JOSÉ LUIS

ASESOR: PhD. ESTRADA MENDOZA, MIGUEL LUIS

LIMA-PERÚ

2021

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis a mi madre Carmen Chirinos y a mi padre Walter Gonzales por siempre estar conmigo en cada paso que doy, gracias por cada consejo, palabra de aliento, por confiar en mí y por todo el inmenso apoyo que me brindan siempre, ambos son la fuerza que siempre me impulsa a cumplir mis metas.

Jeanpier Walter Gonzales Chirinos

Esta Tesis en primer lugar la dedico a Dios que bendice mis pasos. A mi padre Francisco Machaca un ejemplo de esfuerzo, dedicación y de apoyo en toda mi vida universitaria, a mi madre Jenny Maritza que siempre confió en mí y me brindó consejos y palabras de aliento a lo largo de mi vida universitaria.

José Luis Machaca Arapa

AGRADECIMIENTO

Agradecemos al Ingeniero Miguel Estrada Mendoza por su gran apoyo para el desarrollo y culminación de la presente tesis. También al Ingeniero Carlos Chavarry Vallejos, por compartir sus conocimientos para el buen fin de nuestra tesis.

Jeanpier Gonzales y José Machaca

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	xvii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	3
1.2 Formulación del problema	5
1.2.1 Problema general	5
1.2.2 Problemas específicos	5
1.3 Objetivos de la investigación	5
1.3.1 Objetivo general	5
1.3.2 Objetivos específicos	6
1.4 Delimitación de la investigación	6
1.4.1 Geográfica	6
1.4.2 Temporal	6
1.4.3 Temática	6
1.4.4 Muestral.....	6
1.5 Justificación del estudio	7
1.5.1 Conveniencia	8
1.5.2 Relevancia social	8
1.5.3 Aplicaciones prácticas	8
1.5.4 Utilidad metodológica.....	9
1.5.5 Valor teórico.....	9
1.6 Importancia del estudio.....	9
1.6.1 Nuevos conocimientos	9
1.6.2 Aporte.....	10
1.7 Limitaciones del estudio	11
1.8 Alcance	11
1.9 Viabilidad del estudio	11
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	12
2.1 Marco histórico	12
2.2 Investigaciones relacionadas con el tema	14
2.2.1 Investigaciones internacionales	14

2.2.2 Investigaciones nacionales	16
2.2.3 Artículos relacionados con el tema	19
2.3 Estructuras teórica y científica que sustenta el estudio	21
2.3.1 Manual de capacidad de carreteras	21
2.3.2 Componentes del tránsito	21
2.3.3 Flujo Vehicular	22
2.3.4 Clasificación Vehicular	22
2.3.5 Métodos de aforo vehicular	25
2.3.6 Vías urbanas	26
2.3.7 Capacidad vehicular	27
2.3.8 Giros en una intersección	28
2.3.9 Factores que influyen en la capacidad de la vía	29
2.3.10 Niveles de servicio	31
2.3.11 Determinación del nivel de servicio	31
2.3.12 Factor de corrección	32
2.3.13 Determinación de demoras para el cálculo del nivel de servicio	36
2.3.14 Clasificación del nivel de servicio	37
2.4 Definición de términos básicos	37
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS	39
3.1 Hipótesis	39
3.1.1 Hipótesis general	39
3.1.2 Hipótesis específica	39
3.2 Variable	39
3.2.1 Variable independiente	39
3.2.2 Variable dependiente	39
3.2.3 Variables intervinientes	39
3.3 Sistemas de variables	39
3.3.1 Definición conceptual	39
3.3.2 Definición Operacional	40
3.3.3 Operacionalización de variable	40
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	42
4.1 Método de la investigación	42
4.2 Tipo de investigación	42

4.3 Nivel investigación.....	42
4.4 Diseño de investigación.....	42
4.5 Población y muestra.....	43
4.5.1 Población.....	43
4.5.2 Muestra.....	43
4.6 Técnicas e instrumentación de recolección de datos.....	43
4.6.1 Instrumentos de recolección de datos.....	43
4.7 Descripción de procedimientos de análisis.....	43
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS.....	45
5.1 Recopilación de datos de campo.....	45
5.1.1 Reconocimiento de datos de campo.....	45
5.1.2 Datos en Estación Tomás Valle.....	50
5.1.3 Datos en Estación UNI.....	60
5.1.4 Datos en Avenida Tomas Valle.....	71
5.1.5 Datos en Avenida Miguel Angel.....	71
5.1.6 Datos en Avenida Fray Bartolome de las casas.....	72
5.1.7 Datos en Avenida Juan Vicente Nicolini.....	72
5.1.8 Datos en Avenida Honorio Delgado.....	73
5.1.9 Datos en Avenida Eduardo de Habich.....	73
5.1.10 Tiempos de Semaforización.....	74
5.1.11 Tiempo de traslado.....	76
5.1.12 Geometría de la vía.....	76
5.2. Análisis de los datos recopilados.....	80
5.3. Simulación de tráfico en el software SUMO.....	84
5.4. Análisis de niveles de servicio de las vías.....	87
5.5. Presentación de Resultados.....	132
5.5.1. Propuesta 1: Realizar rutas de desvió para vehículos ligeros (mañana).....	132
5.5.2. Propuesta 2: Realizar Cambio de Semaforización (noche).....	157
5.6. Análisis de Resultados.....	161
5.6.1. Característica de las vías.....	161
5.6.2. Intensidad y Capacidad de las vías.....	162
5.6.3. Propuesta 1.....	165
5.6.4. Propuesta 2.....	166

5.7. Contrastación de resultados	167
DISCUSIÓN	169
CONCLUSIONES	170
RECOMENDACIONES	173
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	174
ANEXOS.....	177
Anexo 1: Matriz de consistencia	177
Anexo 2: Formato – tiempo de Semaforización	178
Anexo 3: Formato - recopilación de conteo vehicular	179
Anexo 4: Reconocimiento vuelo de dron – 7:00 am a 8:00 am.....	180
Anexo 5: Reconocimiento vuelo de dron – 7:00 pm a 8:00 pm	181
Anexo 6: Mapa temático rutas alternas	182
Anexo 7: Mapa temático INEI.....	183

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Población en Lima por años.....	12
Figura 2: Aumento del PBI 2002 - 2014	13
Figura 3: Clasificación vehicular L, M.....	24
Figura 4: Clasificación vehicular N, O.....	25
Figura 5: Vía urbana con intersecciones.....	27
Figura 6: Simulación de intersección semaforizado	28
Figura 7: Giros en intersecciones	29
Figura 8: Niveles de servicio	31
Figura 9: Delimitación de la zona de estudio	45
Figura 10: Pendiente de zona de estudio	46
Figura 11: Ubicación estación Tomás Valle.....	46
Figura 12: Vista con dron, estación Tomás Valle	47
Figura 13: Ubicación estación UNI.....	47
Figura 14: Vista con dron, estación UNI.....	48
Figura 15: Vista con dron, estación Honorio Delgado	48
Figura 16: Vista con dron, estación los Jazmines	49
Figura 17: Mapa temático de lotes	49
Figura 18: Geometría de la Estación Tomas Valle	76
Figura 19: Geometría de la Estación Tomas UNI con Habich	77
Figura 20: Geometría de la Avenida Miguel Angel con Túpac Amaru	78
Figura 21: Geometría de la Avenida Fray Bartolome con Túpac Amaru	78
Figura 22: Geometría de la Avenida Nicolini con Túpac Amaru	79
Figura 23: Geometría de la Avenida Honorio Delgado con Túpac Amaru	80
Figura 24: Distribución vehicular por horarios estación Tomás Valle	80
Figura 25: Distribución vehicular por horarios estación UNI	81
Figura 26: Distribución vehicular estación Tomás Valle, Norte a sur	82
Figura 27: Distribución vehicular estación Tomás Valle, Sur a Norte	82
Figura 28: Distribución vehicular estación UNI, Norte a Sur	83
Figura 29: Distribución vehicular estación UNI, Sur a Norte	84
Figura 30: Zona de estudios y vías.....	84
Figura 31: Vías de la Avenida Túpac Amaru y aledañas	85
Figura 32: Vías de la Avenida de la Túpac Amaru con semaforización	85

Figura 33: Configuración de participación de vehículos.....	86
Figura 34: Simulación de los vehículos de la zona de estudio	86
Figura 35: Simulación de tráfico vehicular vía Túpac Amaru 7:00 am a 8:00am.....	87
Figura 36: Simulación de tráfico vehicular, Túpac Amaru 7:00 a 8:00pm	87
Figura 37:Cantidad Total de vehículos - Norte a Sur.....	133
Figura 38: Mapa Temático de Rutas Alternas	134
Figura 39: Vehículos desviados– estación Tomas Valle - Norte a Sur.....	136
Figura 40: Vehículos desviados-avenida Tomas Valle - Este a Oeste.....	137
Figura 41: Vehículos desviados- avenida Miguel Angel- Este a Oeste	137
Figura 42: Vehículos desviados- avenida Fray Bartolome- Este a Oeste	138
Figura 43: Vehículos desviados- avenida Nicolini - Este a Oeste	138
Figura 44: Vehículos desviados - avenida Honorio Delgado - Este a Oeste.....	139
Figura 45: Vehículos desviados- avenida Habich - Oeste a Este.....	139
Figura 46: Simulación ruta alterna de la Av. E. Habich a Av. Túpac Amaru	156
Figura 47: Simulación de Vehículos rutas alternas.....	156
Figura 48: Simulación cambio semaforo Av. Túpac con Av. E. Habich	159
Figura 49: Simulación cambio semaforo- Estación H. Delgado.....	160
Figura 50: Simulación cambio semaforo Psj. El Angel con Av. Túpac Amaru	160
Figura 51: Simulación cambio semafórico- Estación los Jazmines	160
Figura 52: Simulación cambio semaforo - Av. Túpac con Av. Tomas valle	161
Figura 53: Intensidad y Capacidad vía principal	164
Figura 54: Intensidad y Capacidad vías aledañas	164
Figura 55: Tiempo de demora actual.....	165
Figura 56: Tiempo de demora – propuesta 1	165
Figura 57: Diferencia Campo Simulado y Casos simulados	166
Figura 58: Diferencia de Campo real y casos simulados	167
Figura 59: Diferencia de Campo Real y Campo Simulado	167
Figura 60: Diferencia de Tiempo de demora	168

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Parque automotor en circulación	4
Tabla 2: Factor de corrección de ancho de carril	33
Tabla 3: Factor de corrección de vehículos pesados	33
Tabla 4: Factor de corrección de pendiente	34
Tabla 5: Factor de corrección estacionamientos	34
Tabla 6: Factor de corrección zona urbana	34
Tabla 7: Factor de corrección número de autobuses	35
Tabla 8: Factor de corrección para giros a la derecha	35
Tabla 9: Factor de corrección para giros a la izquierda.....	36
Tabla 10: Clasificación nivel de servicio vehicular	37
Tabla 11: Operacionalización de las variables.....	41
Tabla 12: Vehículos 7:00 am – 1:00 pm, estación Tomas Valle, Norte a Sur.....	50
Tabla 13: Vehículos 1:00 pm – 7:00 pm, estación Tomas Valle. Norte a Sur	50
Tabla 14: Vehículos 7:00 pm – 10:00 pm, estación Tomas Valle. Norte a Sur	51
Tabla 15: Vehículos 7:00 am – 1:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte.....	51
Tabla 16: Vehículos 1:00 pm – 7:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte	51
Tabla 17: Vehículos 7:00 pm – 10:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte	52
Tabla 18: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación Tomás Valle, Norte a Sur	52
Tabla 19: Vehículos 1:00 pm -7:00 pm, estación Tomas Valle, Norte a Sur	53
Tabla 20: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación Tomas Valle, Norte a Sur	53
Tabla 21: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte	53
Tabla 22: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte	54
Tabla 23: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte	54
Tabla 24: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación Tomas Valle, Norte a Sur	55
Tabla 25: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación Tomas Valle, Norte a Sur	55
Tabla 26: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación Tomas Valle, Norte a Sur	55
Tabla 27: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte	56
Tabla 28: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte	56
Tabla 29: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte	56
Tabla 30: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación Tomas Valle, Norte a Sur	57
Tabla 31: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación Tomas Valle, Norte a Sur	57
Tabla 32: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación Tomas Valle, Norte a Sur	57

Tabla 33: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte	58
Tabla 34: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte	58
Tabla 35: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte	58
Tabla 36: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación Tomas Valle, Norte a Sur	59
Tabla 37: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación Tomas Valle Norte a Sur	59
Tabla 38: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación Tomas Valle Norte a Sur	59
Tabla 39: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte	60
Tabla 40: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte	60
Tabla 41: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte	60
Tabla 42: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación UNI, Norte a Sur	61
Tabla 43: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación UNI, Norte a Sur	61
Tabla 44: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación UNI, Norte a Sur	61
Tabla 45: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación UNI, Sur a Norte	62
Tabla 46: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación UNI, Sur a Norte	62
Tabla 47: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación UNI, Sur a Norte	62
Tabla 48: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación UNI, Norte a Sur	63
Tabla 49: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación UNI, Norte a Sur	63
Tabla 50: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación UNI, Norte a Sur	63
Tabla 51: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación UNI, Sur a Norte	64
Tabla 52: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación UNI, Sur a Norte	64
Tabla 53: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación UNI, Sur a Norte	64
Tabla 54: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación UNI, Norte a Sur	65
Tabla 55: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación UNI, Norte a Sur	65
Tabla 56: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación UNI, Norte a Sur	66
Tabla 57: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación UNI, Sur a Norte	66
Tabla 58: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación UNI, Sur a Norte	66
Tabla 59: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación UNI, Sur a Norte	67
Tabla 60: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación UNI, Norte a Sur	67
Tabla 61: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación UNI, Norte a Sur	67
Tabla 62: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación UNI, Norte a Sur	68
Tabla 63: Vehículos 7:00 am- 1:00 pm, estación UNI, Sur a Norte	68
Tabla 64: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación UNI, Sur a Norte	68
Tabla 65: Vehículos 7:00 pm- 10:00 pm, estación UNI, Sur a Norte	69

Tabla 66: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación UNI, Norte a Sur	69
Tabla 67: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación UNI, Norte a Sur	69
Tabla 68: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación UNI, Norte a Sur	70
Tabla 69: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación UNI, Sur a Norte	70
Tabla 70: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación UNI, Sur a Norte	70
Tabla 71: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación UNI, Sur a Norte	71
Tabla 72: Vehículos 7:00 a 8:00 am Av. Tomas Valle	71
Tabla 73: Vehículos 7:00 a 8:00am Av. Miguel Angel.....	72
Tabla 74: Vehículos 7:00 a 8:00am Av. Fray Bartolome.....	72
Tabla 75: Vehículos 7:00 a 8:00am Av. Vicente Nicolini	73
Tabla 76: Vehículos 7:00 a 8:00am Av. Honorio Delgado	73
Tabla 77: Vehículos 7:00 a 8:00am Av. Eduardo de Habich	74
Tabla 78: Tiempo de Semaforización Av. Túpac Amaru.....	74
Tabla 79: Tiempo de Semaforización Avenidas aledañas	75
Tabla 80: Tiempo de traslado	76
Tabla 81: Vehículos - estación Tomas Valle, Norte a Sur	81
Tabla 82: Vehículos- estación Tomas Valle, Sur a Norte	82
Tabla 83: Vehículos - estación UNI, Norte a Sur	83
Tabla 84: Vehículos - estación UNI, Sur a Norte	83
Tabla 85: Distribución vehicular -Tomas Valle 7:00am - 8:00am	88
Tabla 86: Tráfico Vehicular 7:00 a 7:15 am estación Tomas Valle	88
Tabla 87: Tráfico Vehicular 7:15 a 7:30am, estación Tomas Valle	89
Tabla 88: Tráfico Vehicular 7:30 a 7:45 am, estación Tomas Valle.....	89
Tabla 89: Tráfico Vehicular 7:45 a 8:00am estación Tomas Valle	89
Tabla 90: Factor de Hora Punta estación Tomas Valle 7:00 a 8:00am	90
Tabla 91: Distribución vehicular estación UNI 7:00 – 8:00am	90
Tabla 92: Tráfico Vehicular 7:00 a 7:15 am estación UNI	91
Tabla 93: Tráfico Vehicular 7:15 a 7:30am, estación UNI	91
Tabla 94: Distribución Vehicular 7:30 a 7:45 am – Estación UNI.....	91
Tabla 95: Distribución Vehicular 7:45 a 8:00am, estación UNI	92
Tabla 96: Factor de Hora Punta estación UNI 7:00 a 8:00am	92
Tabla 97: Trafico estación Tomas Valle 7:00pm – 8:00pm	93
Tabla 98: Tráfico Vehicular 7:00 a 7:15pm, estación Tomas Valle	93

Tabla 99: Tráfico Vehicular 7:15 a 7:30pm estación Tomas Valle	94
Tabla 100: Tráfico Vehicular 7:30 a 7:45pm estación Tomas Valle	94
Tabla 101: Tráfico Vehicular 7:45 a 8:00pm estación Tomas Valle	94
Tabla 102: Factor de Hora Punta- Estación Tomas Valle 7:00 a 8:00pm	95
Tabla 103: Tráfico estación UNI 7:00 – 8:00pm	95
Tabla 104: Tráfico Vehicular 7:00 a 7:15pm estación UNI	96
Tabla 105: Tráfico Vehicular 7:15 a 7:30 pm – Estación UNI.....	96
Tabla 106: Tráfico Vehicular 7:30 a 7:45 pm estación UNI	96
Tabla 107: Tráfico Vehicular 7:45 a 8:00pm estación UNI	97
Tabla 108: Factor de Hora Punta estación UNI 7:00 a 8:00pm.....	97
Tabla 109: Estudio de Tráfico Vehicular Av. Tomas Valle 7:00 – 7:15 am.....	98
Tabla 110: Estudio de Tráfico Vehicular Av. Tomas Valle 7:15 -7:30 am.....	98
Tabla 111: Estudio de Tráfico Vehicular Av. Tomas Valle 7:30 – 7:45 am.....	98
Tabla 112: Estudio de Tráfico Vehicular Av. Tomas Valle 7:45 – 8:00 am.....	99
Tabla 113: Factor de Hora Punta Av. Tomas Valle. 7:00 – 8:00 am.....	99
Tabla 114: Tráfico Vehicular Av. Miguel Angel 7:00 – 7:15am.....	99
Tabla 115: Tráfico Vehicular Av. Miguel Angel 7:15 – 7:30am.....	100
Tabla 116: Tráfico Vehicular Av. Miguel Angel 7:30 – 7:45am.....	100
Tabla 117: Tráfico Vehicular Av. Miguel Angel 7:45 – 8:00 am.....	100
Tabla 118: Factor de Hora Punta – Estación Av. Miguel Angel 7:00 a 8:00 am	101
Tabla 119: Tráfico Vehicular Av. Fray Bartolome 7:00 – 7:15am.....	101
Tabla 120: Tráfico Vehicular Av. Fray Bartolome 7:15 – 7:30am.....	102
Tabla 121: Tráfico Vehicular Av. Fray Bartolome 7:30 – 7:45 am.....	102
Tabla 122: Tráfico Vehicular Av. Fray Bartolome 7:45 – 8:00 am.....	102
Tabla 123: Factor de Hora Punta- Estación Av. Fray Bartolome 7:00-8:00 am.....	103
Tabla 124: Tráfico Vehicular Av. Juan Vicente Nicolini - 7:00 – 7:15 am	103
Tabla 125: Tráfico Vehicular Av. Juan Vicente Nicolini - 7:15 – 7:30 am	104
Tabla 126: Tráfico Vehicular Av. Juan Vicente Nicolini 7:30 – 7:45am	104
Tabla 127: Tráfico Vehicular Av. Juan Vicente Nicolini 7:45 – 8:00am	104
Tabla 128: Factor de Hora Punta – Estación Av. Juan Vicente Nicolini	105
Tabla 129: Tráfico Vehicular Av. Honorio Delgado 7:00 – 7:15am	105
Tabla 130: Tráfico Vehicular Av. Honorio Delgado 7:15 – 7:30am	106
Tabla 131: Tráfico Vehicular Av. Honorio Delgado - 7:30 – 7:45 am.....	106

Tabla 132: Tráfico Vehicular Av. Honorio Delgado 7:45 – 8:00am	106
Tabla 134: Factor de hora punta Av. Honorio Delgado 7:00 – 8:00am	107
Tabla 135: Tráfico Vehicular Av. Eduardo de Habich 7:00 – 7:15am	107
Tabla 136: Tráfico Vehicular Av. Eduardo de Habich 7:15 – 7:30am	108
Tabla 137: Tráfico Vehicular Av. Eduardo de Habich - 7:30 – 7:45am	108
Tabla 138: Tráfico Vehicular Av. Eduardo de Habich 7:45 – 8:00am	108
Tabla 139: Factor de Hora punta Av. Eduardo de Habich - 7:00 – 8:00 am	109
Tabla 140: Características de la vía principal según lo recopilado	110
Tabla 141: Características de las vías aledañas según lo recopilado	111
Tabla 142: Fase verde - vía principal	112
Tabla 143: Fase verde – avenidas aledañas	113
Tabla 146: Factor de Anchura de Carril vía principal	114
Tabla 147: Factor de Anchura de Carril vías alternas	115
Tabla 148: Factor de Vehículos Pesados- vía principal	116
Tabla 149: Factor Vehículos pesados-vías aledañas	117
Tabla 150: Factor de inclinación de vía principal	118
Tabla 151: Factor de inclinación vías alternas	119
Tabla 152: Factor de Estacionamiento vía principal	120
Tabla 153: Factor de Estacionamiento vías aledañas	121
Tabla 154: Factor de Paradas de Autobuses vía principal	122
Tabla 155: Factor de Paradas de Autobuses vías aledañas	123
Tabla 156: Factor de giro vía principal	124
Tabla 157: Factor de giro vías aledañas	125
Tabla 158: Calculo de Capacidad Vehicular real vía principal	126
Tabla 159: Calculo de Capacidad Vehicular real vías aledañas	127
Tabla 160: Intensidad Circulante vía principal	128
Tabla 161: Intensidad Circulante vías aledañas	128
Tabla 162: Calculo de cociente	129
Tabla 163: Niveles de servicio vía principal	130
Tabla 164: Niveles de servicio vías aledañas	131
Tabla 165: Niveles de Servicio HCM	131
Tabla 166: Vías que interviene en la Av. Túpac Amaru propuesta 1	132
Tabla 167: Capacidad, Intensidad y Nivel de servicio actual – Av. Habich	135

Tabla 168: Vehículos Ligeros desviados – Avenida Túpac Amaru.....	135
Tabla 169: Nueva cantidad -rutas alternas – Avenida Túpac Amaru	136
Tabla 170: Vehículos desviados-estación Tomas Valle - 7:00 am – 7:15am.....	140
Tabla 171: Vehículos desviados - estación Tomas Valle - 7:15 am – 7:30 am.....	140
Tabla 172: Vehículos desviados - estación Tomas Valle- 7:30 am – 7:45 am.....	140
Tabla 173: Vehículos desviados- estación Tomas Valle - 7:45 am – 8:00 am.....	141
Tabla 174: Vehículos desviados- avenida Tomas Valle- 7:00 am – 7:15 am	141
Tabla 175: Vehículos desviados- avenida Tomas Valle- 7:15 am – 7:30 am	141
Tabla 176: Vehículos desviados -avenida Tomas Valle - 7:30 am – 7:45 am	142
Tabla 177: Vehículos desviados -avenida Tomas Valle - 7:45 am – 8:00 am	142
Tabla 178: Vehículos desviados - avenida Miguel Angel- 7:00 am – 7:15 am.....	143
Tabla 179: Vehículos desviados- avenida Miguel Angel- 7:15 am – 7:30 am.....	143
Tabla 180: Vehículos desviados- avenida Miguel Angel- 7:30 am – 7:45 am.....	143
Tabla 181: Vehículos desviados-avenida Miguel Angel - 7:45 am – 8:00 am.....	144
Tabla 182: Vehículos desviados -avenida Fray Bartolome- 7:00 am – 7:15 am.....	144
Tabla 183: Vehículos desviados-avenida Fray Bartolome- 7:15 am – 7:30 am.....	145
Tabla 184: Vehículos desviados-avenida Fray Bartolome- 7:30 am – 7:45 am.....	145
Tabla 185: Vehículos desviados-avenida Fray Bartolome- 7:45 am – 8:00 am.....	145
Tabla 186: Vehículos desviados- avenida Vicente Nicolini - 7:00 am – 7:15 am.....	146
Tabla 187: Vehículos desviados- avenida Vicente Nicolini -7:15 am – 7:30 am.....	146
Tabla 188: Vehículos desviados-avenida Vicente Nicolini -7:30 am – 7:45 am.....	146
Tabla 189: Vehículos desviados- avenida Vicente Nicolini -7:45 am – 8:00 am.....	147
Tabla 190: Vehículos desviados-avenida Honorio Delgado -7:00 am – 7:15 am	147
Tabla 191: Vehículos desviados-avenida Honorio Delgado- 7:15 am – 7:30 am	147
Tabla 192: Vehículos desviados-avenida Honorio Delgado -7:30 am – 7:45 am	148
Tabla 193: Vehículos desviados-avenida Honorio Delgado-7:45 am – 8:00 am	148
Tabla 194: Vehículos desviados-avenida Habich-7:00 am – 7:15 am.....	148
Tabla 195: Vehículos desviados-avenida Habich- 7:15 am – 7:30 am.....	149
Tabla 196: Vehículos desviados-avenida Habich-7:30 am – 7:45 am.....	149
Tabla 197: Vehículos desviados -avenida Habich-7:45 am – 8:00 am.....	149
Tabla 198: Valor de Hora Punta – Desvío – Estación Tomas Valle	150
Tabla 199: Valor de Hora Punta – Desvío – Avenida Tomas Valle	150
Tabla 200: Valor de Hora Punta – Desvío – Avenida Miguel Angel	150

Tabla 201: Valor de Hora Punta – Desvío – Fray Bartolome.....	151
Tabla 202: Valor de Hora Punta – Desvío – Avenida Vicente Nicolini	151
Tabla 203: Valor de Hora Punta – Desvío – Avenida Honorio Delgado	151
Tabla 204: Valor de Hora Punta – Desvío – Avenida Eduardo de Habich	151
Tabla 207: Nueva Capacidad Vehicular – Norte a Sur	153
Tabla 208: Intensidad Circulante-nuevos vehículos – Avenida Túpac Amaru	154
Tabla 209: Nuevo nivel de Servicio y tiempo de demora	155
Tabla 210: Tiempo simulado situación actual y con desvío	155
Tabla 211: Tiempo de recorrido – rutas alternas	156
Tabla 211: Semáforos - Dirección Sur a Norte – 7:00 pm a 8:00 pm.....	157
Tabla 212: Tiempo óptimos de semaforización según el HCM	157
Tabla 213: Tiempo óptimos de semaforización - Caso 1	158
Tabla 214: Tiempo óptimos de semaforización – Caso 2.	158
Tabla 215: Tiempo óptimos de semaforización - Caso 3	158
Tabla 216: Comparativa Campo y Simulación Situación actual	159
Tabla 217: Tiempo de mejora por casos.....	159
Tabla 218: Resumen de las vías carriles.....	162
Tabla 219: Intensidad y Capacidad - Actual.....	163

RESUMEN

En la presente tesis se sustentó planes de desvío para optimizar el tiempo de demora de los vehículos que transitan por la avenida Túpac Amaru en el tramo de la estación Tomás Valle a la estación UNI del Metropolitano, Lima – Perú.

El enfoque de la investigación fue de un nivel descriptivo, de tipo explicativo y correlacional, con método deductivo ya que en consecuencia de los estudios de la vía se obtuvieron conclusiones dependientes de las mismas.

El objetivo principal fue determinar los niveles de servicio para optimizar la transitabilidad por medio de un estudio de tráfico y simulación en herramientas digitales. Se utilizó la metodología dada por el Highway Capacity Manual 2010 para determinar los factores de la vía, la capacidad vehicular, tiempo de semaforización y la intensidad vehicular para calcular los niveles de servicio, además con los programas SUMO, ArcGis Pro y OpenStreetMap, se elaboraron las simulaciones, tiempos de semaforización y planes de desvío.

Se concluyó que para mejorar la transitabilidad vehicular en los horarios de hora punta tanto de norte a sur como de sur a norte se realizó dos propuestas, como son rutas de desvío y cambio de semaforización. En la propuesta uno, sentido de norte a sur se muestra una mejora en el tiempo recorrido de los vehículos, optimizando el tiempo de demora en 3.14 segundos/vehículo. En la propuesta dos, en sentido contrario se observó una mejora con respecto al tiempo actual, siendo el caso más óptimo analizado un recorrido de 5.3 minutos.

Palabras claves: Estudio de tráfico, niveles de servicio, transitabilidad vehicular, propuesta de semaforización, plan de desvío vehicular.

ABSTRACT

In this thesis, diversion plans were supported to optimize the delay time of the vehicles that transit through Túpac Amaru avenue in the section from Tomás Valle station to UNI Metropolitano station, Lima - Peru.

The focus of the research was descriptive, explanatory and correlational level, with a deductive method since, as a consequence of the studies of the pathway, conclusions dependent on them were obtained.

The main objective was to determine the service levels to optimize the trafficability by means of a traffic study and simulation in digital tools. The methodology given by the Highway Capacity Manual 2010 was used to determine the road factors, vehicle capacity, traffic light time and traffic intensity to calculate service levels, in addition to the SUMO, ArcGis Pro and OpenStreetMap programs, they were developed simulations, traffic light times and diversion plans.

It was concluded that two proposals were made to improve vehicular traffic during rush hour schedules both from north to south and from south to north, such as diversion routes and change of traffic lights. In proposal one, the direction from north to south shows an improvement in the travel time of the vehicles, optimizing the delay time in 3.14 seconds / vehicle. In proposal two, in the opposite direction, an improvement was observed with respect to the current time, the most optimal case analyzed being a journey of 5.3 minutes.

Keywords: Traffic study, service levels, vehicular traffic, traffic light proposal, vehicle diversion plan.

INTRODUCCIÓN

Los niveles de servicio se encargan de describir de manera cualitativa las condiciones operativas de una vía, expresada en la demora media (s/veh), siendo clasificadas por el manual del HCM 2000 en 6 niveles desde el nivel más favorable A, hasta el nivel F.

En el Perú, aún más en la ciudad de Lima, este nivel se encuentra por debajo de los parámetros óptimos, debido a la congestión vehicular que se genera por distintos factores afectando directamente la transitabilidad vehicular que representa la eficacia de la vía.

Esta deficiencia genera un impacto social negativo debido a que el tiempo perdido por la congestión vehicular deja grandes pérdidas a la población afectando la productividad, economía, seguridad, contaminación, fatiga, entre otros factores.

Frente a esta problemática de la cual no existe una solución definitiva que pueda dar a las vías un nivel de servicio de nivel A y que se mantenga esta solución a lo largo del tiempo, se puede dar soluciones alternas que pueden lograr mejorar los niveles de servicio y optimizar la transitabilidad vehicular.

Es por ello que en la presente tesis se propone la alternativa de planes de desvío que logren optimizar la transitabilidad vehicular por medio de estudios de tráfico y simulación en la herramienta ArcGis de la avenida Túpac Amaru en el tramo de la estación Tomás Valle a la estación UNI del Metropolitano, Lima – Perú. Logrando esto a partir del cálculo de los niveles de servicio mediante los estudios de tráfico antes mencionados en distintos puntos referenciales, tomando datos de semaforización, realizando además mediciones en base al diseño de la avenida para obtener datos de su geometría y así generar la sistematización de los datos recopilados en los estudios de la infraestructura vial que nos sirve en la optimización de la transitabilidad por medio de herramientas digitales, elaborando simulaciones para proponer alternativas eficaces como planes de desvío y cambio de semaforización según se requiera en el área de estudio.

La estructura de la presente tesis consiste de cinco capítulos de los cuales se presenta su contenido:

En el capítulo I se menciona el planteamiento y la delimitación del problema, los objetivos de la tesis, se describe la delimitación de la investigación, su justificación e importancia.

En el capítulo II se presenta el marco teórico, antecedentes de las investigaciones nacionales e internacionales, las bases teóricas vinculadas a las variables y la definición de los términos básicos.

En el capítulo III se plantea el sistema de hipótesis, tanto general como específica y el sistema de variables.

En el capítulo IV se menciona la metodología de estudio, el diseño de la investigación, la población y muestra.

En el capítulo V se desarrolla la presentación y análisis de resultados de la investigación.

Finalmente, se presenta la discusión, las conclusiones, recomendaciones, las referencias bibliográficas y los anexos.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La Avenida Túpac Amaru es una de las conexiones principales en la ciudad de Lima - Perú, atraviesa cinco distritos de nuestra zona norte teniendo en su recorrido múltiples infraestructuras importantes como Clínicas, Universidades, Centro comerciales entre otros, impactando directamente dentro de la zona en estudio que está situado en la avenida Túpac Amaru desde la estación Tomás Valle hasta la estación UNI (Universidad Nacional de Ingeniería) del Metropolitano en la ciudad de Lima, Perú.

El área en estudio en su límite norte se encuentra la estación Tomás Valle la cual cruza a una de las avenidas más importantes de Lima norte como lo es la avenida Tomás Valle, misma que posee una alta afluencia vehicular aledaña a la zona de estudio por ser una gran zona comercial con centros comerciales en la misma avenida, destacando como los más importantes el centro comercial Plaza Norte y el mercado central Favacel, además en la misma se encuentra el Gran Terminal Terrestre de Plaza Norte lo cual disminuye la transitabilidad de la vía por el aumento de flujo de buses interprovinciales.

En su límite sur se encuentra la estación UNI (Universidad Nacional de Ingeniería) que por su posición geográfica se encuentra como zona de entrada y salida hacia los distritos del Rímac, Barrios Altos, Lima, San Juan de Lurigancho, etc. Además, la estación UNI se encuentra al lado de la Universidad con el mismo nombre por lo que es un punto de gran demanda vehicular por el número de personas que realizan actividades en dicha casa de estudios.

Otro punto importante que influye en el flujo vehicular de la zona de estudio es que la estación UNI también cruza a una de las avenidas más importantes de Lima norte como lo es la avenida Eduardo de Habich la cual posee un alto flujo comercial.

Teniendo en cuenta también el factor de crecimiento continuo de la población la cual se centraliza en la ciudad de Lima teniendo actualmente, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2020) "Las estimaciones y proyecciones de población al año 2021, la provincia de Lima tiene 9 674 755 habitantes y representa el 29,7% de la población total del Perú de 32 625 948 habitantes", habitantes que generan una demanda de vehículos constantemente en crecimiento

a consecuencia de los requerimientos que representa el cumplimiento de distintas actividades, viéndose así reflejado en el crecimiento del parque automotor, teniendo al departamento de Lima con el nivel más alto, incluso aproximadamente ocho veces más que su inmediato inferior como lo es el departamento de Arequipa, datos que se muestran en la siguiente tabla descrita con información del INEI en el año de estudio 2019.

Tabla 1: Parque automotor en circulación

Departamento	PARQUE AUTOMOTOR EN CIRCULACIÓN SEGÚN DEPARTAMENTO			
	2016	2017	2018	2019
Amazonas	2 273	2 227	2 182	2 142
Áncash	33 542	34 923	36 190	37 703
Arequipa	187 929	200 560	211 735	222 491
Ayacucho	6 041	6 015	5 918	5 798
Cajamarca	24 943	26 224	27 674	29 036
Cusco	73 997	79 874	84 942	89 338
Ica	27 092	27 423	27 558	27 970
Junín	67 049	69 760	72 316	74 947
La Libertad	190 073	196 040	202 558	208 882
Lima 1/	1 752 919	1 837 347	1 908 672	1 982 650
Loreto	5 501	5 489	5 477	5 486
Madre de Dios	1 223	1 308	1 383	1 405
Moquegua	14 931	14 887	14 810	14 691
Pasco	6 804	6 660	6 545	6 441
Piura	55 060	57 740	60 006	62 419
Puno	47 696	49 387	51 041	52 689
Ucayali	9 310	9 608	9 918	10 310

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI (2021)

Estos factores entre otros más, conllevan a una sobrecarga vehicular la cual afecta directamente a los niveles de servicio de la zona de estudio.

Todo este panorama ha generado un problema álgido en la zona, generando un sin número de quejas e insatisfacciones de parte de los usuarios de los servicios de transporte vehicular como peatonal y de los habitantes, por el congestionamiento vehicular que supera el uso regular de la vía, reduciendo sus niveles de servicio y afectando las propiedades urbanas en algunos casos eliminando los jardines y estacionamientos del frontis de los propietarios de viviendas y generando inseguridad vial y delincuencia, afectando la economía de los distintos distritos.

Por lo que es necesario frente a estas problemáticas, investigar los factores que influyen en la deteriorada transitabilidad de esta importante zona de estudio, por

medio de estudios de tráfico que cuantifiquen los vehículos en los distintos horarios del día, la geometría de la zona que permite reconocer el problema y dar alternativas de solución, la semaforización actual que es punto importante en el flujo vehicular respecto a horas críticas, entre otros que expongan datos cualitativos y cuantitativos de la vía, los cuales son empleados por la metodología del Manual de capacidad de carreteras (HCM) que nos permite clasificar los niveles de servicio existentes en el tramo de la avenida Túpac Amaru, a la vez de generar la sistematización de la información recopilada por herramientas digitales como el ArcGIS, SUMO y demás, con el fin de generar simulaciones del tráfico actual y proyectado optimizando los niveles de servicio de la vía por medio de alternativas de desfogues bajo los parámetros del Manual de Capacidad de Carretera con la finalidad de optimizar la transitabilidad vehicular dando aportes a la vía y al impacto que genera en su entorno, como el aumento de la productividad, seguridad, entre otros factores necesarios para el desarrollo social.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿De qué manera los niveles de servicio de la infraestructura vial optimizan la transitabilidad en la avenida Túpac Amaru entre la estación Tomás Valle y la estación UNI del Metropolitano, Lima- Perú?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿Qué herramientas de estudio influyen en los niveles de servicio de la infraestructura vial?
- b) ¿Cómo el análisis del diseño geométrico influye en el estudio de la infraestructura vial?
- c) ¿De qué manera se representa la transitabilidad en periodos de tiempo?
- d) ¿De qué manera los datos obtenidos a través de estudios hechos a los niveles de servicio influyen en la infraestructura vial?
- e) ¿Cómo las herramientas digitales contribuyen a la modelación de vías alternas?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar los niveles de servicio para optimizar la transitabilidad por medio de un estudio de tráfico y simulación en la herramienta ArcGis de la

avenida Túpac Amaru en el tramo de la estación Tomás Valle a la estación UNI del Metropolitano, Lima - Perú.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Generar estudios de tráfico para medir los niveles de servicio de la infraestructura vial.
- b) Realizar una medición en base al diseño geométrico de la avenida en la zona de estudio para obtener datos del estado actual de la vía.
- c) Realizar la medición de la tasa de crecimiento vehicular en distintos horarios a lo largo del día para medir la transitabilidad mediante datos estadísticos.
- d) Realizar una sistematización de los datos obtenidos en los estudios realizados a los niveles de servicio de la infraestructura vial para su digitalización y análisis en la herramienta ArcGis.
- e) Establecer planes de desvío apoyados en herramientas digitales para elaborar simulaciones de vías alternas.

1.4 Delimitación de la investigación

1.4.1 Geográfica

El presente proyecto se desarrolla en la avenida Túpac Amaru, en el tramo de la estación Tomás Valle a la estación UNI del Metropolitano, Lima – Perú.

1.4.2 Temporal

El proyecto de investigación se desarrolla desde el mes de mayo del 2021 al mes de noviembre de 2021.

1.4.3 Temática

- Campo : Sistematización de datos
- Área académica : Ingeniería Civil
- Línea de Investigación : Geomática
- Sub-Línea de Investigación : Niveles de Servicio y Transitabilidad

1.4.4 Muestral

Tenemos como muestra el flujo vehicular y el tiempo de semaforización que se encuentra en la zona ubicada en la avenida Túpac Amaru, entre la estación Tomás Valle y la estación UNI del Metropolitano, Lima - Perú. El muestreo se realiza mediante conteo de vehículos, al procesar la

información recolectada se puede identificar la problemática actual en el lugar y diferenciar zonas y horarios críticos en el área de estudio.

1.5 Justificación del estudio

El presente trabajo expone alternativas de desfogue frente al problema de la alta saturación vehicular de la Avenida Túpac Amaru entre la estación Tomás Valle y la estación UNI del Metropolitano, Lima – Perú. A través de mapas temáticos generados por los estudios de los niveles de servicio de la vía y su sistematización en herramientas geomáticas.

La investigación tiene una conveniencia relevante pues en base al estudio de tráfico e identificación pertinente de la zona genera alternativas para optimizar la gran problemática de la transitabilidad de la vía que conecta distintos distritos de la ciudad de Lima, mediante herramientas geomáticas.

Siendo trascendente en distintos ámbitos, pues contribuye a la conservación de una de las avenidas más importantes de Lima Norte. Disminuye el tiempo de traslado de los vehículos generando mayor satisfacción en los conductores por lo cual aumenta la productividad de la vía y de la población, aporta al medio ambiente debido a que disminuye la contaminación por la emisión de gases contaminantes de la combustión de los vehículos que se demoran más tiempo de lo requerido en trasladarse. Genera un tránsito más ordenado reduciendo factores de malos hábitos de conducción además de reducir la delincuencia y el índice de robos que se generan por la congestión vehicular, la investigación también aporta a la disminución de focos infecciosos debido a que al optimizar la transitabilidad vehicular el tiempo de demora de los peatones en los paraderos se reduce y las aglomeraciones disminuyen lo cual cuida la salud de los usuarios de la vía, entre otros factores que aportan cambios positivos de relevancia social.

La metodología aplicada en base al estudio de tráfico con la finalidad de medir los niveles de servicio es la del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010), la cual nos presenta la clasificación según el término “d” que es el tiempo en segundos por vehículo, en lo cual nos otorga la categoría actual de la vía, generando la implementación del valor teórico en base a esta metodología, debido a que calculando los niveles de servicio de los puntos de desfogue se calcula la cantidad de vehículos que pueden ser desviados sin alterar las mismas, metodología que se puede generalizar en otras investigaciones.

Por ello la importancia de este estudio que tiene en distintos ámbitos impactos positivos para el desarrollo social.

1.5.1 Conveniencia

La conveniencia de la presente investigación es muy relevante debido a que sirve como alternativa de solución ante la gran problemática de la congestión vehicular que se genera en la avenida Túpac Amaru en el tramo desde la estación Tomás Valle a la estación UNI del Metropolitano, Lima – Perú. Presenta planes de desvío mediante herramientas geomáticas que optimizan la transitabilidad de la vía reduciendo el tiempo de conducción y aumentando la productividad de la vía.

1.5.2 Relevancia social

La relevancia social parte de la trascendencia de generar planes de desvío los cuales optimizan la transitabilidad vehicular reduciendo el tiempo de recorrido de los vehículos, generando mayor satisfacción beneficiando en los conductores.

Aporta al impacto ambiental debido a que disminuye la contaminación por la emisión de gases contaminantes de la combustión de los vehículos que se demoran más tiempo de lo requerido en trasladarse, beneficiando así al medio ambiente.

Genera un tránsito más ordenado reduciendo factores de malos hábitos de conducción además de reducir la delincuencia y el índice de robos que se generan por la congestión vehicular, beneficiando a la población aledaña de la vía.

Además, aporta a la disminución de focos infecciosos debido a que al optimizar la transitabilidad vehicular el tiempo de demora de los peatones en los paraderos se reduce y las aglomeraciones disminuyen lo cual beneficia al cuidado de la salud.

Entre otros factores que influyen en el cuidado de la vía, contaminación sonora, orden peatonal entre otros.

1.5.3 Aplicaciones prácticas

La investigación tiene como aplicación práctica la reducción de la congestión y la optimización de la transitabilidad vehicular de la avenida Túpac Amaru en el tramo de la estación Tomás Valle y la estación UNI del

Metropolitano, Lima – Perú. Resolviendo o mitigando el problema del tiempo de demora en el traslado a lo largo de la zona de estudio.

1.5.4 Utilidad metodológica

La utilidad metodológica aplicada en base al estudio de tráfico por medio de la clasificación vehicular, los puntos de desfogue y la semaforización a lo largo de la vía, con la finalidad de medir los niveles de servicio es la del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010), la cual nos presenta la clasificación según el término “d” que es el tiempo en segundos por vehículo, en lo cual nos otorga la categoría actual de la vía.

1.5.5 Valor teórico

En el desarrollo de la investigación se utiliza mapas temáticos para identificar rutas alternas y simulaciones de semaforización con el aporte además del estudio del nivel de servicio y la implementación de la metodología en el cálculo del alza de los niveles de servicio en las vías de desfogue para que estas sigan con un valor optimo a la vez de optimizar la transitabilidad de la vía en estudio.

Valor teórico que puede ser usado como referente ante posibles vías que cuenten con similar o más amplia problemática e infraestructura sirviendo como una solución o aporte, con recomendaciones como el estudio peatonal y su impacto en la transitabilidad, o la implementación de factores ambientales entre distintos factores.

1.6 Importancia del estudio

1.6.1 Nuevos conocimientos

La presente investigación permite ampliar el conocimiento de la data referente a las vías principales de la ciudad de lima y el estudio para optimizar la transitabilidad de las mismas, teniendo una ayuda social a la población de estudio debido a que la información de los mapas temáticos genera una mejora en la conducción vehicular.

En el ámbito empresarial debido al estudio por horarios de tráfico se puede escoger los horarios más efectivos para la movilización de personal como de mercancía.

La optimización del tiempo de los semáforos mediante las simulaciones del presente estudio para un mejor flujo vehicular sirve a nivel municipal para reprogramar el tiempo de fase de semaforización.

Los tiempos de recorrido de los vehículos pueden generar nuevos conocimientos a los estudios de impacto ambiental o al aforo vehicular para la construcción de distintas obras, entre otros aportes a los nuevos conocimientos.

1.6.2 Aporte

Con la finalidad de optimizar la transitabilidad vehicular en la avenida Túpac Amaru en el tramo de estudio se generan verificaciones en campo, conteo de vehículos, tiempo de semaforización, entre otros datos recopilados que se implican en el estudio, los cuales generan dos propuestas para el mejoramiento del flujo vehicular en sus diferentes sentidos.

En el sentido de norte a sur es la segregación del flujo vehicular por vías permitidas mediante el aporte de mapas temáticos que representan las vías más óptimas para los desvíos.

En el sentido de sur a norte se presenta el aporte de la simulación de semaforización, el cual optimiza el tiempo de traslado de los vehículos.

Aportes que se describen a continuación:

- Mapas temáticos de la avenida Túpac Amaru entre la estación Tomás Valle y la estación UNI del Metropolitano, Lima- Perú. Se utilizó el software ArcGIS con la finalidad de crear rutas alternas mediante la incorporación de la red vial del BaseMap, tomando en cuenta las avenidas aledañas reconocidas en el estudio para el sentido de norte a sur, utilizando el comando Network Analysis el cual crea barreras ficticias en la vía de tal manera que el programa genera el recorrido más conveniente de las diferentes vías de desfogue.
- Simulación de semaforización de la avenida Túpac Amaru entre la estación UNI y la estación Tomás Valle del Metropolitano, Lima – Perú. Mediante la obtención de la red vial en el programa OpenStreepMap la cual se importa al software SUMO con el lenguaje de programación requerido de Python, se procede a establecer las condiciones actuales vistas en campo como son el tiempo de

semaforización, cantidad de vehículos, ancho de vía, entre otros. Finalmente la data procesada se corre en la simulación para generar los recorridos más óptimos.

1.7 Limitaciones del estudio

La presente investigación se realizó con ciertas limitaciones en la recolección de datos debido a la pandemia y las restricciones que nos genera, la posición geográfica de la zona que se encuentra a lado de un cerro lo cual dificulta el desvío en la dirección de sur a norte en las horas de la noche que son las de mayor congestión vehicular en ese sentido entre otros factores que pudimos subsanar en nuestra investigación. Por lo que nos apoyamos en distintas fuentes bibliográficas digitales, repositorios de tesis de universidades e información digital obtenidas de entidades estatales.

1.8 Alcance

El presente estudio que se realiza de la avenida Túpac Amaru en el tramo de la estación Tomás Valle a la estación UNI del metropolitano, Lima – Perú. Busca optimizar la transitabilidad en el tramo en estudio, realizándose la investigación hasta el desarrollo de mapas temáticos que generan vías de desfogue y semaforización presentados mediante herramientas geomáticas con el fin de optimizar el tiempo de recorrido de los vehículos que transitan por la vía.

Los puntos estudiados serán:

- Geometría de la vía
- Clasificación de vehículos
- Conteo de vehículos
- Tiempo de semaforización
- Vuelos de Dron en horas punta
- Puntos de desfogue permitidos
- Aspectos que interactúan con la vía principal
- Aspecto que interactúan con las vías de desfogue

1.9 Viabilidad del estudio

Al tener varias fuentes de información facilita la investigación con lo cual se puede ahondar en el estudio teniendo información nacional e internacional, esto es posible gracias a los motores de búsqueda como Scopus, Pro Quest, entre otros más.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco histórico

La avenida Túpac Amaru en su extensión recorre varios distritos de Lima norte como son Carabaylo, Comas, Independencia, San Martín de Porres, Rímac. Esta avenida a lo largo de sus más de 40 cuadras es una de las principales arterias del Cono Norte, siendo reconocida como tal desde el año 1969 debido a que antes era denominada carretera a Canta, la cual servía de ingreso a los vehículos que ingresaban por el Norte a Lima.

Desde entonces el incremento poblacional ha ido en ascenso, expandiéndose tanto horizontal como verticalmente. En la Figura 1 se muestra los datos obtenidos por el Instituto Nacional de Estadística e Informática referente a los censos de los años 1940, 1961, 1972, 1981, 1993, 2007, 2017 dando a conocer el incremento poblacional.

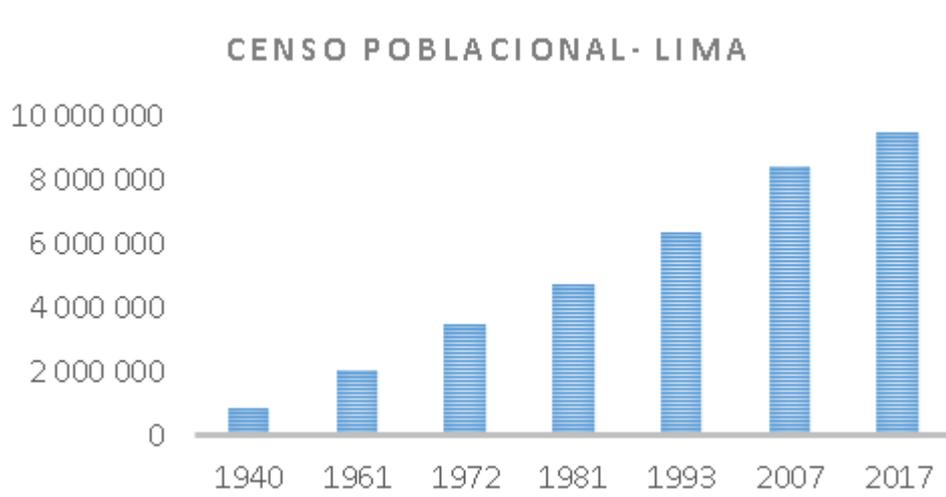


Figura 1: Población en Lima por años

Fuente: Instituto Nacional de estadística e Informática – INEI (2021)

Así entonces el incremento de la población trae consigo el aumento de la economía de la zona, convirtiendo en lo que actualmente es la zona norte de Lima uno de los puntos en lo que se genera más comercio. En una vista global podemos ver en el transcurso de los años el incremento del PBI lo cual refleja no solo la zona sino la situación del país.

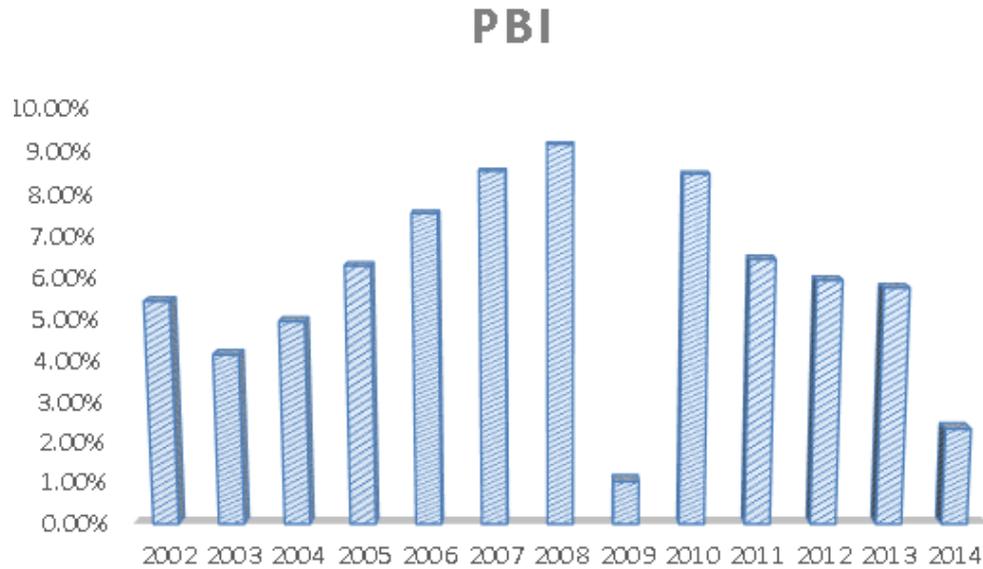


Figura 2: Aumento del PBI 2002 - 2014

Fuente: Instituto Nacional de Informática – INEI (2017)

Teniendo un aumento en la población, en el producto bruto interno y el incremento del comercio de la zona, se genera en consecuencia requerimientos de transporte para distintas actividades, demanda que incrementa además el parque automotor como lo expresado a lo largo de los años en la Tabla N°1, siendo así causales del uso y sobre carga de la zona de estudio, que a lo largo de los años ha ido implementándose con Centros Comerciales, Universidades, Clínicas, Hospitales, etc. Propios del requerimiento de la población.

En el transcurso del tiempo esta sobrecarga por los factores mencionados ha ido cargando la vía y disminuyendo su transitabilidad, por el motivo que el presente estudio se origina con el objetivo de determinar los niveles de servicio con el fin de optimizar la transitabilidad por medio de un estudio de tráfico y simulación en la herramienta ArcGis de la avenida Túpac Amaru en el tramo de la estación Tomás Valle a la estación UNI del Metropolitano. Estudio que es fundamental por su aporte de optimización de la vía teniendo consigo en consecuencia un impacto positivo en el entorno de los habitantes que interactúan con la misma.

2.2 Investigaciones relacionadas con el tema

2.2.1 Investigaciones internacionales

Sabando (2018), con la tesis titulada “Determinación del Nivel de servicio en calles Urbanas” para obtener el título de Ingeniero civil, Universidad Federico Santa María – Chile.

Tiene como objetivo presentar una guía que evalúe el nivel de servicio que se proporciona a los usuarios en las instalaciones de un transporte urbano, de manera práctica dando así pautas, criterios y herramientas para los estudios que se ejecuten con problemáticas referentes al diseño, la evaluación y la operación de proyectos para determinar la vialidad urbana nacional. De los estudios y lo pertinente a estos, se establecieron una serie de criterios que tienen como principio medir el desempeño en terreno como lo es la velocidad de viaje y así siguiendo los criterios establecidos referentes al nivel de servicio se da la aplicación de la guía en el eje de la vía en estudio Fermín Vivaceta, Santiago, dando como resultado que la vía posee un nivel de servicio estable referente a su funcionamiento. No obstante, en el análisis individual por tramos se detectó ineficiencia en un segmento de la zona de estudio dando niveles de servicio inaceptables teniendo que tomarse en cuenta en el contexto general de su interpretación. Concluye lo siguiente: Que la guía para el cálculo del nivel de servicio en calles urbanas es aplicable en la realidad del espacio en estudio, de tal manera que puede ser aplicable para el desarrollo de proyectos de vialidad urbana y en el análisis del desempeño de una instalación vial y su desempeño en funcionamiento tanto en el presente como en un futuro que será percibido en los usuarios y la calidad de servicio de la vía.

Torres y Brito (2017), con la tesis titulada “Efecto de la condición de la superficie de rodamiento en la estimación de la capacidad vial y el nivel de servicio aplicando la metodología Hcm, en la vía ZHUD – Biblián” para obtener el título de Magister en ingeniería en vialidad y transportes, Universidad de Cuenca – Ecuador. Tiene como objetivo que lo propuesto en el estudio del HCM2000 referente al cálculo de la capacidad y niveles de servicio de la red vial y el parque automotor sea complementado en el cálculo con el factor de reducción de velocidad (fp) por el hecho del

desgaste y la condición de la superficie de rodadura. Para esto se toman los datos del volumen de vehículos por hora en los carriles y se estima en base a un valor ideal y las condiciones reales de la vía la velocidad en flujo libre (FFS), para el modelo se aplica a vías de dos carriles de doble sentido.

Concluye lo siguiente: Se genera una disminución del diez por ciento de la velocidad promedio de viaje con la implementación propuesta en la tesis con la consideración del estado superficial de la carpeta de rodadura del pavimento (fp) con respecto al modelo del HCM2000 dando una disminución en la clasificación de los niveles de servicio como lo ocurrido en la vía en uso Zhud en Bilián.

Martinez y Noguera (2020), con la tesis titulada “Modelos de serviciabilidad de pavimentos a partir del índice de condición del pavimento (PCI) con relación a las velocidades de operación” para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad de la Costa – Colombia. Tiene como Objetivo: Que los usuarios de la vía en estudio de juicio sobre la calidad de la misma para el desarrollo de los modelos de la serviciabilidad e implementar métodos adicionales de campo como inventarios de daños, calificación de profesionales, y el inventario de daños como hace referencia la normativa de la metodología del PCI.

Entonces se analiza en la ciudad de Barranquilla un modelo que sea adaptable a las condiciones de su pavimento para calcular su serviciabilidad de forma determinística y de igual forma probabilísticos tomando en cuenta los factores que influyen en los pavimentos urbanos de la zona de estudio y que los mismos sean aplicables en zonas de igual o parecido escenario. Concluye lo siguiente: Que de los tramos en estudio dos del global de veinte tramos en mal estado, cuatro tramos se encuentran en un estado regular y seis tramos se encuentran en buen estado teniendo así que en la zona en estudio ningún tramo se encontró con un nivel excelente en condiciones. Además, cabe resaltar, que el porcentaje de vehículos que iba a mayor velocidad de la de diseño es más alto que la menor debido a que estamos en una ciudad en la que lamentablemente no existe una buena cultura ciudadana en un gran porcentaje de la sociedad en la que vivimos y analizando se encuentran en estado de falla y tres en muy mal estado.

Cortés (2016), con la tesis titulada “Uso de la simulación para mejorar la movilidad vehicular en los Cruceos de calzada de Tlalpan y Reanto Leduc con la lateral de Periférico” para obtener Maestría en Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México – México. Tiene como objetivo evaluar distintos escenarios de operación de los semáforos del caso de estudio, utilizando software especializado en tránsito, con el fin de mejorar la circulación de la zona y ayudar a reducir la congestión vehicular y mitigar algunos de sus efectos negativos.

Concluye lo siguiente: Al reducir considerablemente los tiempos de demoras y al mejorar los niveles de servicio de todas las intersecciones analizadas mejoran puesto que los cambios en los tiempos de operación de los semáforos mejoran la circulación de la zona, reduciendo la congestión vehicular y algunas de las consecuencias asociadas a este problema.

Riaño (2016), con la tesis titulada “Estudio de tránsito y modelación para dar soluciones viales a desnivel de la intersección de la carrera 8 entre el par vial de la calle 25 y calle 26 de la ciudad de Santiago de Cali” para obtener el título de ingeniero Civil, Pontificia Universidad Javeriana – Colombia. Tiene como objetivo: Recolectar información de la movilidad de la zona de estudio a través de aforos vehiculares. El estudio contó también con el programa de simulación TSIS el cual contiene Netsim y Freesim que permite realizar la simulación microscópica de toda la red.

Concluye lo siguiente: Con los aforos se logró calcular el volumen, así también la tasa de flujo y la demanda vehicular en las distintas horas pico y en los periodos de hora valle. Con los volúmenes se procede a ingresar los datos en el programa de modelación para realizar el análisis de comportamiento vehicular de la red para dar solución a la problemática del bajo tránsito en la zona en estudio.

2.2.2 Investigaciones nacionales

Cordero (2019), con la tesis titulada “Análisis del índice de serviciabilidad del pavimento flexible en la Avenida Túpac Amaru Km 11” para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad César Vallejo – Perú. Tiene como objetivo determinar el índice de serviciabilidad del pavimento flexible realizando inspecciones y estudios de la vía, luego calculando un

valor promedio de PCI, de rugosidad eligiendo así los tipos de mantenimientos y las actividades requeridas.

Concluye lo siguiente: Que el índice de serviciabilidad calificando el PSI y el nivel de rugosidad da un pavimento regular permite reconocer que la vía en estudio está dentro de los parámetros y que requiere solo de mantenimiento rutinario para que el su serviciabilidad se vea incrementada y así poder obtener mayor productividad en su transitabilidad y consecuentemente en su funcionamiento.

Tello (2018), con la tesis titulada “Evaluación y mejora de la seguridad vial peatonal y el nivel de servicio en la intersección de las Avenidas los Alisos y Túpac Amaru” para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Pontificia Universidad Católica del Perú. Tiene como base metodologías y herramientas con enfoques en la calidad de servicio y seguridad vial para determinar las condiciones peatonales a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Planteando el estudio de la metodología, conceptos de seguridad vial en base a políticas locales y analizando el impacto del “Metropolitano” en el flujo del tránsito vehicular, realizando los planos de diseño mediante los hallazgos del estudio con los costos y señalizaciones adecuadas.

Concluye lo siguiente: Que si bien por el colapso de la demanda de la vía se necesitaría proponer un rediseño del terminal a un subterráneo esto sería muy costoso induciendo a generar más estaciones troncales. Además, se concluye que para determinar si una infraestructura posee la capacidad de brindar servicio a los peatones se tiene que determinar el área o espacio que poseen los mismos, el ancho de zona que poseen, el volumen de vehículos en general entre otros distintos aspectos.

Paucara (2018), con la tesis titulada “Evaluación del Nivel de servicio en flujos vehiculares de las intersecciones de la Av. Jorge Basadre Grohman, utilizando Synchro V.8 – Tacna” para obtener la maestría en ingeniería civil en el área de transportes, Universidad Privada de Tacna. Tiene como objetivo el evaluar en horas punta donde se ve comprometido el tráfico vehicular, afectado también por la decadencia de señalización vertical y horizontal correspondiente, los niveles de servicio de la vía. Teniendo como método el trabajo de campo mediante inspección visual, estudios de conteo

vehicular en intervalos de doce horas por 3 días para generar los volúmenes vehiculares en distintas direcciones de recorrido para sistematizar los datos obtenidos en la herramienta Synchro V8.

Concluye lo siguiente: Las zonas en estudios que se establecen en intersecciones presentan clasificaciones del tipo C y F generando así congestión vehicular afectando a su transitabilidad dando como solución el requerimiento de la implementación de un carril preferencial para el uso de girar al lado izquierdo en sentido de la vía. Ayudando así al flujo vehicular, la señalización, los semáforos y a largo plazo el requerimiento de un paso elevado a desnivel para optimizar el nivel de servicio de la vía.

Corilla (2018), con la tesis titulada “Propuesta de mejora del nivel de servicio del tránsito vehicular en la Av. Huancavelica – tramo Av. 13 de noviembre y paseo la Breña en la ciudad de Huancayo” para obtener el título profesional en Ingeniero Civil, Universidad Continental. El objetivo de la investigación es evaluar la condición de la vía en estudio referido a su señalización, su diseño, volumen de tráfico y sus niveles de servicio y así poder determinar el estado real de las intersecciones. Para esto se ve la posibilidad de optimizar tiempos de las señales de tránsito, quitar los vehículos de carga pesada e implementar buses troncales para reemplazar la congestión y el desorden que genera el transporte público actual.

Concluye lo siguiente: En base a los estudios realizados a las intersecciones se mejoró los niveles de servicio de los mismos a un nivel estable, para el bus troncal en lugar del transporte público se genera el flujo libre. Entonces teniendo en cuenta el crecimiento vehicular en la zona se ve una funcionalidad estable para una proyección de cinco a diez años en la provincia de Huancayo.

Rojas (2017), con la tesis titulada “Mejoramiento de la Transitabilidad vehicular y peatonal de la Av. César Vallejo, tramo cruce con la Av. Separadora industrial hasta el cruce con el cementerio, en el distrito de Villa el Salvador, Provincia de Lima, departamento de Lima” para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional Federico Villarreal. Tiene como objetivo reconocer y optimizar las condiciones de

transitabilidad que se genera de manera adversa por la mala condición del pavimento debido a la carga vehicular en demasía por el crecimiento del parque automotor en la municipalidad de Villa el Salvador.

Concluye lo siguiente: El presupuesto de obra asciende a la suma de S/ 9, 937,040.64 teniendo plazo de ejecución de 300 días calendario. La solución de diseño geométrico urbano se fija con características geométricas y se han proyectado trece paraderos nuevos a lo largo de la vía sin embargo por disposición presupuestal los paraderos no podrán ejecutarse en este nivel de intervención.

Acosta (2020), con la tesis titulada “Propuesta vial para mejorar la transitividad vehicular en la intersección de las avenidas Prolongación Francisco Bolognesi y José Leonardo Ortiz en la Provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque” con la cual obtiene el título profesional en Ingeniería Civil en la Universidad San Martín de Porres. Tiene como objetivo dar una adecuada transitabilidad en relación al uso de sus usuarios y la población de la misma mediante estudios de tráfico, el reconocimiento del diseño de la vía a nivel topográfico con el fin de un modelamiento vehicular.

Concluye lo siguiente: Que se generaron dos distintas propuestas en las cuales la primera se obtiene una disminución en la zona de estudio de un 52.07% medido por el tiempo de viaje de lo cual se tiene un mejor manejo del flujo vehicular en armonía con la señalización y el orden de la vía dando así un promedio de disminución de 1,46%.

2.2.3 Artículos relacionados con el tema

Patiño y Salazar (2016), el artículo titulado “Proyectos de infraestructura vial e integración territorial” tiene como objetivo ver las subregiones de Antioquia de las cuales se tienen bajos recursos y que se encuentran en disputa por el poder territorial mostrando la tensión, dinámica y soporte territorial. Nos genera mapas temáticos de accesibilidad en la zona en estudio dándonos datos de tendencias y estimaciones para generar inversiones en la mejora de la infraestructura.

Concluye lo siguiente: La infraestructura vial requiere de una inversión para que pueda gestar el desarrollo de la misma y a la vez esto genera un

incremento en el desarrollo del territorio ya que esto aumenta la productividad a lo largo del mismo.

Carpio et al (2018), con el artículo científico titulado “Determinación de capacidad de carreteras en Cuenca (Ecuador) y comparación con el manual de capacidad HCM” tiene como objetivo ver el análisis comparativo determinando flujos máximos de campo expresados en vehículos por km para aplicar las relaciones fundamentales entre velocidad, flujo y densidad dándonos los cuadros de niveles de servicio y capacidad para ver las condiciones en comparación al manual HCM.

Concluye que la comparación entre los métodos de la comparación del tráfico de autopistas ente EEUU y Cuenca no es compatible en las condiciones de dichas carreteras.

Silva et al (2018), con el artículo titulado “Gestión de pavimentos basados en sistemas de información geográfica (SIG)” nos muestra la revisión derivada del proyecto de la Universidad tecnológica de Colombia para identificar mejoras en las prácticas reconociendo los cambios principales en la gestión SGP para el mantenimiento de la red vial teniendo un análisis documental.

Concluye: Basados en los SIG, estos dan una mayor administración económica de la vía, permitiendo así optimizar costos priorizando los recursos generando una sistematización y una base de datos.

Castellanos et al (2017), con el artículo titulado “Modelación y calibración de la intersección ubicada entre las carreteras 23 y 21 con las calles 45 y 48 en la ciudad de Bucaramanga” la cual nos permite conocer las características de la zona en estudio, conocer su tráfico, su señalización y lo generado de la misma en simulaciones por medio de modelos.

Concluye lo siguiente: Que el crecimiento del parque automotor es uno de los factores más importantes de la motorización de la zona en estudio la cual genera un impacto en el comportamiento vial lo cual genera una sobrecarga de congestión vehicular y pérdida de serviciabilidad de las vías, dando en las simulaciones el requerimiento de plantear otro diseño para la intersección en la carretera de la ciudad de Bucaramanga.

Layza y Mejía (2018), con el artículo titulado “Tránsito y congestión vehicular en la contaminación sonora en vías de transporte público” deja en ver el análisis de cómo los altos ruidos en vías de muy mala transitabilidad generan una relación entre tránsito y congestión vehicular realizando los estudios pertinentes de tráfico y ruido en lugares y tiempos estratégicos para fundamentar el estudio.

Concluye que el tránsito y congestión vehicular viendo estudios de tráfico y señalización se relacionan directamente con la contaminación sonora de la vía.

2.3 Estructuras teórica y científica que sustenta el estudio

2.3.1 Manual de capacidad de carreteras

A razón de la necesidad de una descripción de la capacidad vial y correcto estudio del tránsito en los Estados Unidos, se creó un procedimiento basado en la recopilación de datos tomados en terreno para establecer relaciones empíricas por el *Bureau of Public Roads* el cual fue el primer (“*Highway Capacity Manual*” o “*HCM*”) en 1950. El cual a hasta la actualidad ha sido traducido en varios idiomas y recorrido por distintos lugares del mundo ganando un lugar en el estudio vial.

La metodología del presente manual es el más usado en Perú y a lo largo de Latinoamérica, siendo así base principal y fundamento teórico para el procedimiento de la presente tesis.

2.3.2 Componentes del tránsito

Los elementos que interactúan en el comportamiento del tránsito son:

- a) Vía: Pueden ser tomados como caminos, autopistas, calles o sección de terreno el cual sirve para el tránsito de vehículos.
- b) Peatón: Persona en cualquier rango de edad que no se encuentra en el acto conduciendo un vehículo, su modo de transporte es a pie de un lugar a otro.
- c) Usuario: Cualquier persona que interactúa con la vía, pueden ser peatones, pasajeros, etc.
- d) Vehículo: Elemento principal en el comportamiento del tránsito, cuenta con motor y tipos diferentes de combustión para transportarse de un lugar a otro.

- e) Conductor: Es el responsable de la conducción del vehículo y de lo que implica este comportamiento.

2.3.3 Flujo Vehicular

La forma en la que los vehículos circulan por la vía constituye al análisis del flujo vehicular y constituye para determinar la eficiencia de una operación.

La clasificación que le da el Manual de Capacidad de Carreteras a los tipos de operación de flujo vehicular son el flujo continuo y el flujo discontinuo los cuales se limitan a describir el tipo del camino y no la calidad del flujo.

- a) Flujo continuo: Es el flujo por el cual el vehículo transita libremente por la vía y la disminución de velocidad o el acto de detenerse en un punto es inherente al tráfico. Las vías que tienen la característica del flujo continuo tienen inferiores elementos externos a la corriente del tránsito los cuales puedan interrumpir el mismo. Las vías en estas condiciones de flujo continuo permiten a los vehículos circular sin intersecciones con semáforos o señales de alto.
- b) Flujo discontinuo: Es el flujo por la cual los vehículos sufren interrupciones en su circulación por distintos motivos, siendo uno de los principales los controles de tránsito en intersecciones como son los semáforos, pasos peatonales, retenes, o cualquiera que origine la disminución de la velocidad o la detención periódica de los vehículos.

2.3.4 Clasificación Vehicular

En el diseño de carreteras es muy importante tener en cuenta cual es la clasificación de los vehículos que la ocupan, los cuales son diferentes según tamaño y peso. La clasificación de los diversos tipos de vehículos consiste en dividirlos o seleccionarlos por tamaño, número de ejes, peso, entre otros.

Por lo consiguiente, el diseño geométrico de una carretera se desarrolla tomando en cuenta un vehículo de diseño, el cual es usado para establecer los controles del diseño de la vía mediante su peso, sus dimensiones y las respectivas características de operación. De modo que, para el diseño de carreteras es necesario conocer el peso, la longitud, la altura y el ancho de los vehículos de diseño, los mismos que están establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2014) y aprobados por el Ministerio de Transportes y comunicaciones (MTC).

Para la metodología del “Reglamento Nacional de Vehículos”, en la clasificación de los vehículos ligeros se tiene a la “clase L” (vehículos de cuatro ruedas o menos) y la “clase M1” (vehículos de motor de cuatro ruedas con ocho pasajeros o menos, excluido el del conductor).

En el rango de los vehículos pesados, se encuentra la categoría M (vehículos que a excepción de la categoría “M1” son de uso para el transporte de pasajeros y consta de cuatro ruedas), la categoría N pertenece a los vehículos de motor con cuatro o más ruedas, los cuales son fabricados para el traslado de mercancías), la categoría O (perteneciente a los remolques y semirremolques) y la categoría S (las cuales presenta combinaciones especiales entre las categorías M, N y O).

CLASIFICACIÓN VEHICULAR			
TIPO	CÓDIGO	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
MOTO	MTO, MTT	L1, L3	 Motocicleta de 2 ruedas
TRIMOTO	TRI	L2, L5	 Mototaxi de 3 ruedas
AUTO	SED, CPE, HBK, SWG	M1	 Auto de 2 ejes
CAMIONETA CERRADA	SUV	M1, M2	 Camioneta cerrada de 2 ejes
CAMIONETA TIPO PICKUP	MPO	N1, N2	 Camioneta abierta de 2 ejes
CAMIONETA TIPO PANEL	PAN	N1, N2	 Camioneta abierta de 2 ejes
CAMIONETA RURAL	MIN	N1, N2	 Camioneta Rural de 2 ejes
MICROBÚS	MIC	M2, M3	 Camioneta abierta de 2 ejes
BUS	B2	M3	 Bus de 2 ejes
	B3-1	M3	 Bus de 3 ejes
	B4-1	M3	 Bus de 4 ejes

Figura 3: Clasificación vehicular L, M

Fuente: Mtc (2018)

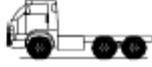
CLASIFICACIÓN VEHICULAR			
TIPO	CONFIGURACIÓN VEHICULAR	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
CAMIÓN	C2	N1, N2	 Camión de 2 ejes
	C3	N1, N2, N3	 Camión de 3 ejes
	C4	N1, N2, N4	 Camión de 2 ejes
SEMITRÁILER	T2S1	N1, N2, O1, O2	 Tracto Camión de 2 ejes y Semirremolque de 1 eje
	T2S2	N1, N2, N3, O1, O2, O3	 Tracto Camión de 2 ejes y Semirremolque de 2 ejes
	T2S3	N1, N2, N3, O1, O2, O3, O4	 Tracto Camión de 2 ejes y Semirremolque de 3 ejes
	T3S1	N1, N2, N3, O1, O2, O3	 Tracto Camión de 3 ejes y Semirremolque de 1 eje
	T3S2	N1, N2, N3, O1, O2, O3, O4	 Tracto Camión de 3 ejes y Semirremolque de 2 ejes
	T3S3	N1, N2, N3, O1, O2, O3, O4	 Tracto Camión de 3 ejes y Semirremolque de 3 ejes
TRÁILER	C2R2	N1, N2, N3, O1, O2, O3	 Camión Remolcador de 2 ejes y Remolque de 2 ejes
	C2R3	N1, N2, N3, O1, O2, O3, O4	 Camión Remolcador de 2 ejes y Remolque de 3 ejes
	C3R2	N1, N2, N3, O1, O2, O3	 Camión Remolcador de 3 ejes y Remolque de 2 ejes
	C3R3	N1, N2, N3, O1, O2, O3, O4	 Camión Remolcador de 3 ejes y Remolque de 3 ejes

Figura 4: Clasificación vehicular N, O

Fuente: "Mtc, 2018"

2.3.5 Métodos de aforo vehicular

Dentro de los métodos de aforo más usados para el estudio vehicular se tiene:

- a) Método manual: Es el método más habitual de los estudios, mediante llenado de formularios de acuerdo a los datos que se desea conseguir de la vía, datos como el flujo direccional, los volúmenes o la composición vehicular.

El tiempo de estudio puede ser variante según el requerimiento del estudio

b) Método Mecánico: Es un método más tecnológico que se realiza con dispositivos mecánicos los cuales son directamente colocados en la vía. Estos dispositivos pueden ser:

- Radar: Los radares lanzan ondas que al ser interrumpidas por el contacto con los vehículos se concreta el estudio del aforo.
- Dron: Los drones en los distintos estudios se encargan del reconocimiento del estado de la vía, dando así datos del comportamiento vehicular que puede ser interpretada por los estudiadores.
- Fotografías: La captura de fotografías son constantes en distintos horarios para posteriormente hacer el análisis del aforo vehicular.
- Detectores de Neumáticos: Dispositivo que se adhiere a la calzada tomando datos del número de vehículos que pasan por el dispositivo.

2.3.6 Vías urbanas

Kraemer et al (2003) define lo siguiente:

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 con una sola calzada de dos sentidos en su mayoría poseen más de dos carriles con marcas viales, característica que no se genera fuera de las zonas urbanas.

Otra característica de importancia en vías urbanas son los vehículos que se mantienen estacionados al lado de la calzada dificultando así la circulación de los vehículos ya que se reducen los espacios de vía. En calles con

intensidad de tráfico alto se restringe el estacionamiento, o en su defecto se diferencian los destinos de circulación y se proponen estacionamientos en los carriles laterales.

Las vías urbanas que no se clasifican como autopista se emplean aceras para peatones, las cuales están separadas de la calzada. Diferenciando el derecho del tránsito por un bordillo que impide que los vehículos ingresen a la acera. El número de intersecciones encontradas en la extensión de las vías, además de la diferencia entre el volumen peatonal es la diferencia entre las vías urbanas y las interurbanas.

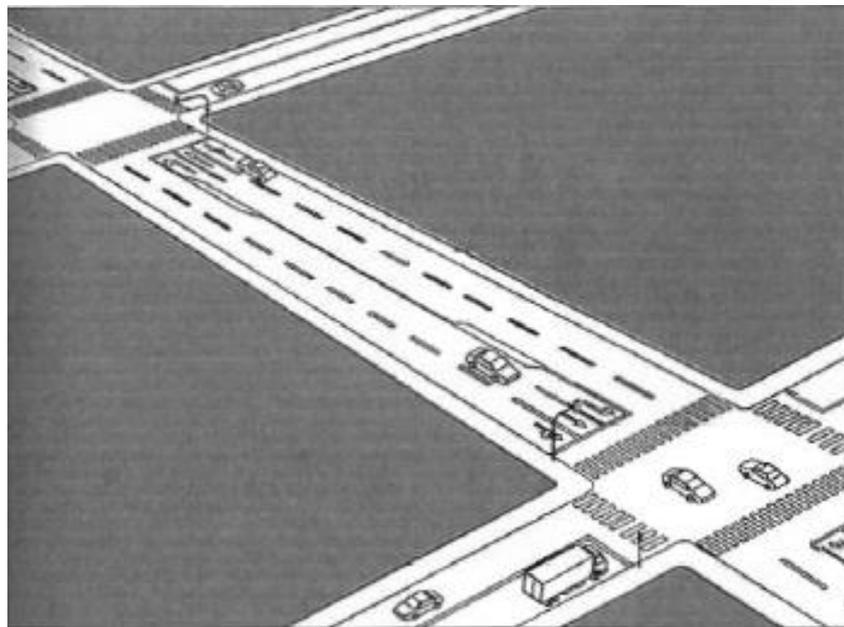


Figura 5: Vía urbana con intersecciones
Fuente: Ingeniería de carreteras (2003)

2.3.7 Capacidad vehicular

Se denomina capacidad vehicular a la cantidad cuantitativa de vehículos que puede recorrer una vía en un tiempo estimado, siendo medido en unidades de vehículos por hora.

La capacidad vehicular es influida por los accesos de la vía, características geométricas, y los detalles de la composición del tráfico.

En el análisis de las intersecciones las cuales poseen semáforos se puede utilizar los presentes términos:

- Fase: Conocido también como la fase de tiempo en verde de los semáforos que puede realizar la circulación vehicular en intersecciones, siendo entonces el tiempo de los semáforos en los cuales se encuentran en color verde.
- Ciclo: El ciclo es el intervalo de tiempo que se tarda el semáforo en pasar las fases rojo, ámbar y la fase verde. Los tiempos de cambio se suman respecto a los tiempos de cambio de semáforos, teniendo como ciclo de semáforos es el siguiente:

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

Dónde:

n = Número total de las fases en ciclo semafórico

V_i = Fases en verde del ciclo de semáforo

Y = Tiempo en ámbar

D = Tiempo en el cual se despeja la vía.

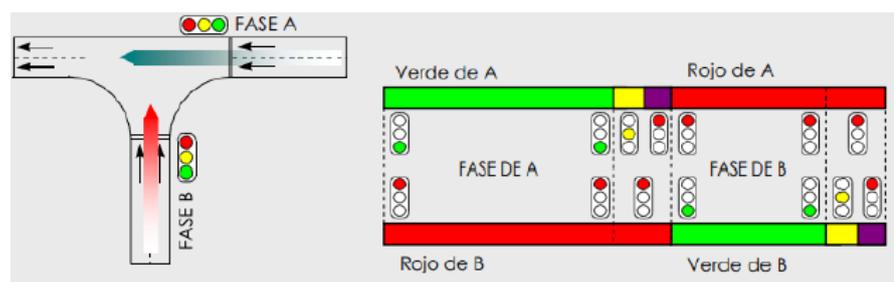


Figura 6: Simulación de intersección semaforizado

Fuente: Manual de capacidad de carreteras, HCM (2010)

2.3.8 Giros en una intersección

En las intersecciones el tiempo de las fases y la dirección hacia donde los vehículos en circulación realizan sus movimientos en una intersección sirven para poder analizar la capacidad de intersección de manera óptima. Estos son clasificados como los giros, teniendo como tipo de giros:

- a) Giro permitido: Depende de la circulación de los vehículos que sean en armonía en el mismo sentido con los giros en cualquier dirección pertenecientes a las maniobras de los vehículos de la otra dirección. La fase en verde en este tipo de giro aumenta por parte de los vehículos.
- b) Giro sin opción: El vehículo al realizar un giro en cualquiera de las dos direcciones no muestra interferencia, siendo la vía diseñada de tal manera
- c) Giro protegido: Es el giro en el cual el semáforo protege al vehículo dejándolo girar hacia cualquiera de las intersecciones. En este periodo la circulación peatonal está condicionada por el semáforo.
- d) Giro de paso: Es cuando el vehículo sigue su circulación de manera recta, este giro no es percatado.

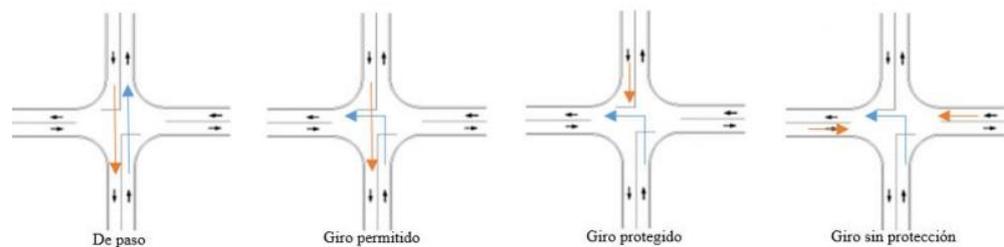


Figura 7: Giros en intersecciones

Fuente: Manual de capacidad de carreteras, HCM (2010)

2.3.9 Factores que influyen en la capacidad de la vía

Los factores que influyen en la capacidad de la vía:

- a) Geometría de la vía: El factor primordial de una vía para su estudio es su geometría, el número de carriles, aspecto primordial para evaluar la capacidad vehicular. Otros factores las cuales también influyen son las bermas, marcas viales, islas por la variación en las dimensiones de la vía.

En horas punta los vehículos se congestionan aún más de lo influido por las señales de tránsito, deduciendo así que esto no es el motivo de la congestión en los puntos de intersección.

Otro motivo es la pendiente de la vía, que influye en la capacidad vehicular debido a que según la clasificación de los vehículos que transitan pueden según el sentido y la hora de tránsito, perjudicar u optimizar la capacidad.

- b) Composición del tráfico: La composición de los vehículos que circulan sobre la vía según su tipo y uso influyen en la capacidad vehicular, pues sea de transporte público o autos privados la cultura de conducción varía según el requerimiento del vehículo, siendo así influyentes en la capacidad vehicular.
- c) Estacionamiento: La imprudencia es un factor que afecta directamente a la capacidad vehicular, el mal hábito de estacionar vehículos en intersecciones o cerca de ellas disminuyendo así el ancho del carril dando como consecuencia una circulación de vehículos ineficiente. Esto afecta de forma notoria siendo una forma de solución, sectorizar una zona especial para el uso específico de estacionamiento.
- d) Maniobra de giro: En las intersecciones el conductor tiene la posibilidad de seguir su curso o generar algún tipo de giro en distintas direcciones según la posibilidad que le dé la vía. La cantidad de vehículos que realizan un giro influye en la capacidad de la vía debido a que los peatones por el derecho de prioridad continúan su paso y obliga a que los vehículos se detengan abruptamente, generando así alteraciones en la circulación. El giro más óptimo es el protegido debido a que es por medio de las señalizaciones, semáforos debido a que los peatones tienen que circular respetando la normativa de señalización.
- e) Factor de hora punta: Perteneciente al HCM, es un valor importante expresado con las siglas (FHP), expresando el estado más crítico referente al tiempo de vía, pues denota al momento con mayor demanda de vehículos. Matemáticamente la fórmula se expresa como “la división de la intensidad de la hora punta entre cuatro veces la intensidad del número de vehículos en clasificación por cada quince minutos de la máxima demanda” (Bañón & Bevía García, 2000, p131)

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

En las intersecciones el Factor de hora punta en las que se calcula la intensidad de la hora punta sin contar la intensidad cada 15 minutos. De máxima demanda ya que es parte del manual de capacidad de carreteras, Los valores aproximados entre 0.75 y 0.90, teniendo un valor en zonas urbanas aceptable del 0.85 para zonas urbanas.

2.3.10 Niveles de servicio

Puede decirse que el grado de servicio es una medida de calidad que la vía da al cliente a través de condiciones operativas. El HCM 2010 instituye seis niveles de servicio, “LOS (por sus siglas en inglés, Level of Service)”, reconocidos subjetivamente por las letras a partir de la A hasta la F, donde el grado de servicio A se consigue un flujo vehicular plenamente libre, mientras tanto que al grado F se alcanza el flujo forzado que refleja condiciones de implementación a plena capacidad de la vía.

A	<ul style="list-style-type: none"> • La velocidad de los vehículos es la que elige libremente el conductor • Cuando un vehículo alcanza a otro más lento puede adelantarlo sin sufrir demoras • Condiciones de circulación libre y fluida 	
B	<ul style="list-style-type: none"> • La velocidad de los vehículos más rápidos se ve influenciada por otros vehículos • Pequeñas demoras en ciertos tramos, aunque sin llegar a formarse colas • Circulación estable a alta velocidad 	
C	<ul style="list-style-type: none"> • La velocidad y la libertad de maniobra se hallan más reducidas, formándose grupos • Aumento de demoras de adelantamiento • Formación de colas poco consistentes • Nivel de circulación estable 	
D	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad reducida y regulada en función de la de los vehículos precedentes • Formación de colas en puntos localizados • Dificultad para efectuar adelantamientos • Condiciones inestables de circulación 	
E	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidades de operación bajas y volúmenes próximos a la capacidad máxima • Formación de largas colas de vehículos • Imposible efectuar adelantamientos • Define la capacidad de una carretera 	
F	<ul style="list-style-type: none"> • Formación de largas colas y velocidades de operación muy bajas • La intensidad sobrepasa la capacidad de la vía • Circulación intermitente mediante interrupciones y rupturas de flujo • La circulación se realiza de forma forzada 	

Figura 8: Niveles de servicio

Fuente: Mtc (2020)

2.3.11 Determinación del nivel de servicio

Para determinar los niveles de servicio en primer lugar se tienen en cuenta a las magnitudes de intensidad y capacidad las cuales se expresan las fórmulas respectivamente:

- a) Intensidad: La intensidad se define como el número de vehículos que circulan y pueden ingresar a una intersección en la fase de semáforo en verde.

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

- b) Capacidad: Es la máxima intensidad que se puede acoger en un acceso, para analizar la capacidad real (cR) en una intersección, se alude al concepto de capacidad por hora de verde (cV)

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

Dónde:

f_V = Es la relación de la fase verde con el ciclo total de semáforo (Factor verde)

El número ideal en una vía con respecto a los vehículos livianos es de 1900 veh/h, siendo influido por los siguientes factores:

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

Dónde:

N: número de carril de grupo

f_V : Factor verde respecto al ciclo total semafórico

f_A : Factor de corrección de 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 del número de detenciones

f_{gb} : 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.

2.3.12 Factor de corrección

A continuación, se presenta los distintos factores de corrección:

Tabla 2: Factor de corrección de ancho de 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: HCM, 2010

Tabla 3: Factor de corrección 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: HCM, 2010

Tabla 4: Factor de corrección de pendiente

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

Fuente: HCM, 2010

Tabla 5: Factor de corrección estacionamientos

ESTACIONAMIENTO (f_e)			
$f_e = 1 - \frac{0.1}{N} - \frac{18 \cdot N_m}{3600 \cdot N} > 0.05$ <p>N_m = N° de estacionamientos por hora ($0 \leq N_m \leq 180$)</p>			
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: HCM, 2010

Tabla 6: Factor de corrección zona urbana

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

Fuente: HCM, 2010

Tabla 7: Factor de corrección número de autobuses

PARADAS DE AUTOBÚS (f_{bb})						
$f_{bb} = 1 - \frac{14.4 \cdot N_b}{3600 \cdot N} \geq 0.05$ <p>N_b = N° de autobuses que paran por hora ($0 \leq N_b \leq 250$)</p>						
N° DE CARRILES (N)	N° 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: HCM, 2010

Tabla 8: Factor de corrección para giros a la derecha

GIROS A LA DERECHA (f_{gd})						
<p>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)</p> <p>CARRIL (EXCL=Exclusivo, COMP=Compartido) FASE (PROT=Protegida, PERM=Permitida, PR+PE=Protegida/Permitida)</p>						
N°	CASO		RANGO DE VARIABLES			FÓRMULA SIMPLIFICADA
	CARRIL	FASE	P_{gd}	$P_{gd,p}$	I_p	
1		PROT.	1.0	1.0	0	0.85
2	EXCL.	PERM.	1.0	0	0-1700	$0.85 - (I_p/2100)$
3		PR+PE	1.0	0-10	0-1700	$0.85 - (I_p/2100) \cdot (1 - P_{gd,p})$
4		PROT.	0-1	1.0	0	$1 - 0.15 \cdot P_{gd}$
5	COMP.	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: HCM, 2010

Tabla 9: Factor de corrección para giros a la izquierda

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

Fuente: HCM, 2010

2.3.13 Determinación de demoras para el cálculo del nivel de servicio

En la ecuación de división de los factores que comprenden la intersección en grupos de carriles y teniendo la capacidad de cada uno, se puede calcular la demora media por cada grupo aplicándose la ecuación:

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

Dónde:

f_v : Factor de verde

C: Ciclo de semáforo en segundos

I: Intensidad total del grupo de carriles

C: Capacidad real del grupo de carriles

Luego de calculadas las demoras en los diferentes grupos de carriles, se obtuvo la demora media en cada acceso, luego con el cálculo de la media ponderada respecto a las demoras de cada grupo de carriles en relación a la intensidad.

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

Como última ecuación calculamos la demora media de la intersección calculando para cada acceso.

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

Mediante estos valores de demora calculados se puede clasificar los niveles de servicio en cada punto de accesos y el nivel de servicio total de la intersección.

2.3.14 Clasificación del nivel de servicio

En la presente tabla se muestra la clasificación de demora media que por su expresión en segundos por vehículo según el manual del CHM 2010 se clasifica en 6 niveles desde el más favorable nivel “A” hasta el nivel de servicio más desfavorable como es la “F” con demora media mayor de 60.

Tabla 10: Clasificación 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: HCM, 2010

2.4 Definición de términos básicos

- Capacidad vial: Esta es la capacidad vial o tasa máxima de flujo que puede llegar a soportar una vía (Cárdenas, 2007, p. 135).
- Densidad vehicular: La densidad vehicular es aquella cantidad de vehículos que ocupan un tramo de longitud de una carretera y que es promediado entre esta longitud (Board, 2000, p. 68)
- Flujo vehicular: Es el movimiento de vehículos en una vía o calle, las cuales presentan una determinada dirección (Cárdenas, 2007, p.138).

- Intersección vial: Una intersección vial son aquellos elementos de una determinada infraestructura que unen o cruzan (Osore, 2016, p. 43).
- Niveles de servicio: Este nivel es una medida cualitativa que permite describir diversas condiciones de operación (Cárdenas, 2007, p. 128).
- Tráfico vehicular: Es aquel tránsito o circulación de vehículos y/o personas por calles y carreteras (Chambillo, 2016, p 68).
- Transitabilidad vehicular: Es la posibilidad que presentan los vehículos de garantizar una circulación ininterrumpida en un determinado sitio o lugar (MTC, 2018, p. 97).
- Tránsito: Se define como el movimiento de personas y bienes que tienen como finalidad alguna tarea (Chambillo Ango, 2016, p. 67).
- Volumen de tránsito: Es el número de los vehículos que transitan por un punto específico (Henríquez, 2019, p. 56).

CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis general

Al analizar los niveles de servicio de la avenida Túpac Amaru se obtiene la cantidad de vehículos que pasan por diferentes horarios, de tal manera que sistematizando dichos datos se podrá realizar planes de desvío mediante herramientas SIG y así optimizar la Transitabilidad vehicular.

3.1.2 Hipótesis específica

- a) Al generar estudios de tráfico se mide los niveles de servicio de la infraestructura vial y así se obtiene el flujo vehicular.
- b) Al medir la geometría de la vía se optimiza el estudio de la vía.
- c) Al medir la tasa de crecimiento vehicular se evalúa la transitabilidad.
- d) Al sistematizar los datos obtenidos se evalúa la infraestructura vial.
- e) Al establecer los planes de desvío y semaforización se optimiza la transitabilidad.

3.2 Variable

3.2.1 Variable independiente

Niveles de servicio

3.2.2 Variable dependiente

Transitabilidad

3.2.3 Variables intervinientes

- Clima
- Crecimiento vertical de las zonas Urbanas
- Colapso de las obras de arte
- Movimientos Sísmicos
- Tránsito peatonal

3.3 Sistemas de variables

3.3.1 Definición conceptual

- a) Niveles de servicio: Son indicadores que califican y cuantifican el estado de servicio de una vía.
- b) Transitabilidad: Es la posibilidad que presentan los vehículos de garantizar una circulación ininterrumpida en un determinado lugar.

3.3.2 Definición Operacional

- a) Niveles de servicio: Se utilizan como límites admisibles, los cuales pueden evolucionar su condición superficial, funcional, estructural y de seguridad.
- b) Transitabilidad: Se utiliza como diagnóstico de un estudio de tráfico, que genera el flujo vehicular en un lugar y tiempo determinado.

3.3.3 Operacionalización de variable

Niveles de Servicio: Se mide a través de tablas de índice, cronómetro, wincha, cámara y excels de recolección de datos.

Transitabilidad: Se mide con formatos de recolección de datos, que se obtiene de la cantidad de vehículos y el flujo de tráfico concurrente en la zona.

Tabla 11: Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ÍNDICES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA	INSTRUMENTO	HERRAMIENTAS	ITEMS
(VI) Niveles de servicio	Son indicadores que califican y cuantifican el estado de servicio de una vía.	Se utilizan como límites admisibles, los cuales pueden evolucionar su condición superficial, funcional, estructural y de seguridad.	Tipo de servicio	vehículos	Vehículos por hora	Cuantitativo-ordinal	Tablas de índice de medición Formato de Excel	Highway Capacity Manual 2010	Indicado en los formatos
			Velocidad promedio de Viaje	Velocidad	km/h	Cuantitativa-discreta			
			Distancia de recorrido vehicular	Distancia	m				
(VD) Transitabilidad	Es la posibilidad que presentan los vehículos de garantizar una circulación ininterrumpida en un determinado lugar.	Se utiliza como diagnóstico de un estudio de tráfico, que genera el flujo vehicular en un lugar y tiempo determinado.	Estudio de tráfico	Vehículos	unidad		Formato de Excels	Manual de carreteras diseño geométrico	Indicado en los formatos
			Diseño Geométrico	Especificaciones Geométricas	metros y unidad	Cuantitativa-discreta			
			Tasa de Crecimiento vehicular	Vehículos	unidad				

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Método de la investigación

La presente investigación es de un método deductivo. Ya que en consecuencia a los estudios como son los de la vía, los estudios de tráfico, estudios de los niveles de servicio, tiempo de semaforización entre otros, se llega a la conclusión la cual es dependiente de las premisas mencionadas.

4.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación es descriptivo, explicativo y correlacional. Descriptivo por que se describió diferentes factores como el tráfico vial entre otros. Correlacional, debido a que se pretendió medir el impacto al relacionar las variables, infraestructura vial y Transitabilidad “consiste en interpretar sistemáticamente la relación entre hechos que tiene lugar en un determinado lugar”. (Cordova, 2013, p73). De igual manera, Guevara Alban y Casto Molina (2020) menciona que “el nivel explicativo es aquel que tiene una relación causal, no solo se intenta describir el problema, sino también encontrar las causas del mismo” (p.165).

4.3 Nivel investigación

El Nivel de investigación es descriptivo ya que en base a la zona de estudios se describió los datos y las características del mismo como flujo vehicular, geometría, de la vía, tiempo de semaforización, entre otros.

4.4 Diseño de investigación

El diseño de la investigación es cuasi experimental, transversal y prospectivo. Cuasi experimental ya que tomando la variable independiente nivel de servicio y modificándola se da a notar como la variable transitabilidad se ve afectada “Los diseños cuasi experimentales también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes”. (Sampieri, 2014,p151). Transversal pues mide las características de las variables en distintos momentos y prospectivo ya que la información es recopilada y referente a los criterios del investigador para los fines el mismo.

4.5 Población y muestra

4.5.1 Población

El flujo vehicular de la avenida Túpac Amaru, en el tramo de la estación Tomás Valle a la estación UNI del Metropolitano, Lima – Perú.

4.5.2 Muestra

Se determina como muestra el conteo de vehículos que transitan por la avenida Túpac Amaru entre la estación Tomás Valle a la estación UNI del Metropolitano, Lima - Perú. Para la presente investigación estos incluyen a buses metropolitanos, motocicletas, moto taxis, autos, taxis, combis, microbuses, buses y camiones de carga. Se excluyen el estudio de peatones debido a que la presente investigación se analizó la transitabilidad vehicular.

4.6 Técnicas e instrumentación de recolección de datos

- a) Reconocimiento de Campo
- b) Medición de geometría de vías
- c) Tiempo de semaforización
- d) Tiempo de traslado
- e) Vuelo de reconociendo con Dron

4.6.1 Instrumentos de recolección de datos

- a) Formatos de conteo vehicular
- b) Formato de tiempo de semáforos
- b) Wincha
- c) Dron

4.7 Descripción de procedimientos de análisis

El procedimiento realizado en campo fue de recolección de datos en horarios de 7am a 10pm dentro de un lapso de una semana de lunes a viernes. Se tomó los horarios más críticos para la vía y avenidas aledañas reconocidas mediante el vuelo de reconocimiento en los horarios de 7am a 8am y de 7pm a 8pm.

Se analizó los datos utilizando la metodología del HCM 2010 calculando los factores que influyen en la zona de estudio y de esa manera se obtuvo los niveles de servicio. Con la obtención de los niveles de servicio se distribuyó equitativamente los vehículos en vías aledañas según la proporción de salida de los mismos en la avenida Tomás Valle en dirección a la UNI según la capacidad e

intensidad de la avenida de desfogue final calculando así la optimización de la avenida Túpac Amaru.

Para la sistematización de los datos se utilizó softwares como Excel, ArcGis, SUMO para realizar un análisis cuantitativo, una representación temática del estado de serviciabilidad y una simulación vehicular actual de la vía.

Finalmente se generó dos propuestas para la optimización transitabilidad vehicular siendo la propuesta uno el uso de rutas alternas y la propuesta dos el cambio de semaforización.

La presentación de resultados se dará a través mapas temáticos, gráficos de barras, tablas de doble entrada y simulaciones.

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS

5.1 Recopilación de datos de campo

Para la realización de la presente investigación se tomó datos en la Estación UNI y Estación Tomas Valle desde las 7 am hasta las 10 pm durante una semana para realizar el estudio de tráfico, geometría de la vía y semaforización correspondiente, de igual manera, se realizó una toma de datos en la mañana en las diferentes intersecciones que tiene la avenida Túpac Amaru en el sentido de Norte a Sur, además de un vuelo de dron en las horas punta como para reconocimiento del flujo vehicular en la zona de estudio.

5.1.1 Reconocimiento de datos de campo

La delimitación de la zona de estudio en la Avenida Túpac Amaru esta entre las estaciones Tomas Valle y UNI del metropolitano, teniendo una distancia de 2.12 km la vía una pendiente de 1.3 %, los limites colindan con los distritos de Independencia, Rímac y San Martin de Porres como se observa en las Figuras 9 y10.

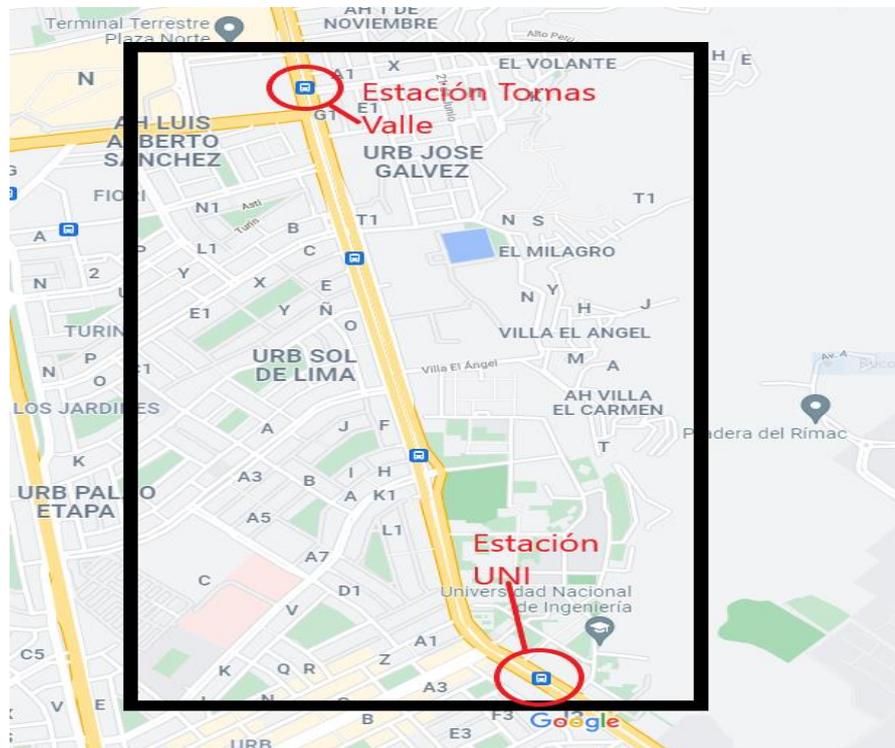


Figura 9: Delimitación de la zona de estudio

Fuente: Elaboración propia con Google Maps

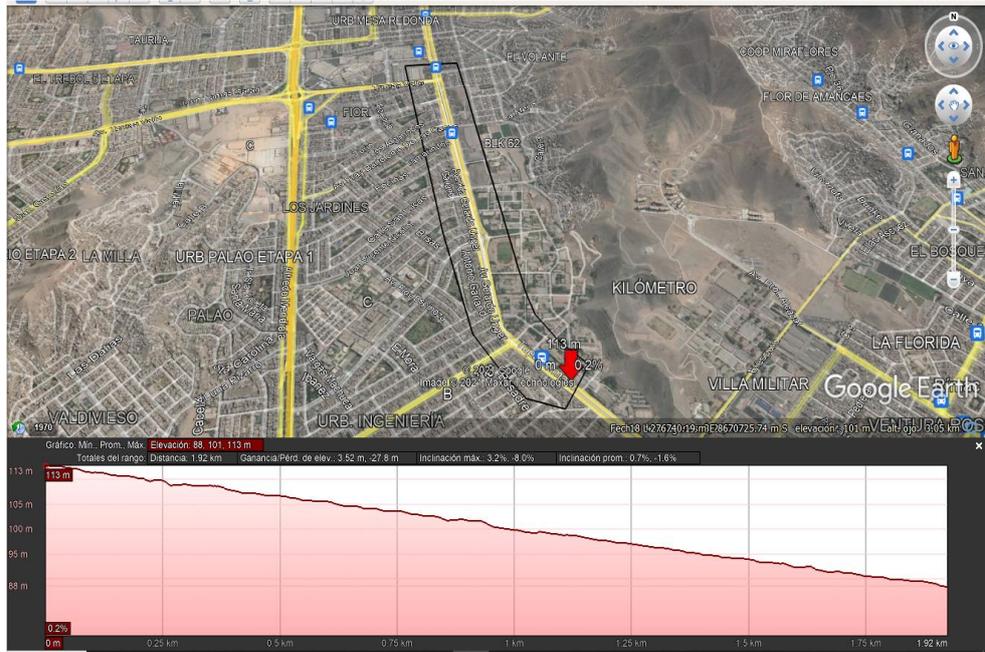


Figura 10: Pendiente de zona de estudio

Fuente: Elaboración propia con Google Earth

Los puntos principales para la toma de datos son las estaciones Tomas Valle y UNI en las cuales obtendremos estudios de tráfico, además de tomar el tiempo de semaforización a lo largo de la vía como se observa en la Figura 11, 12,13 y 14.

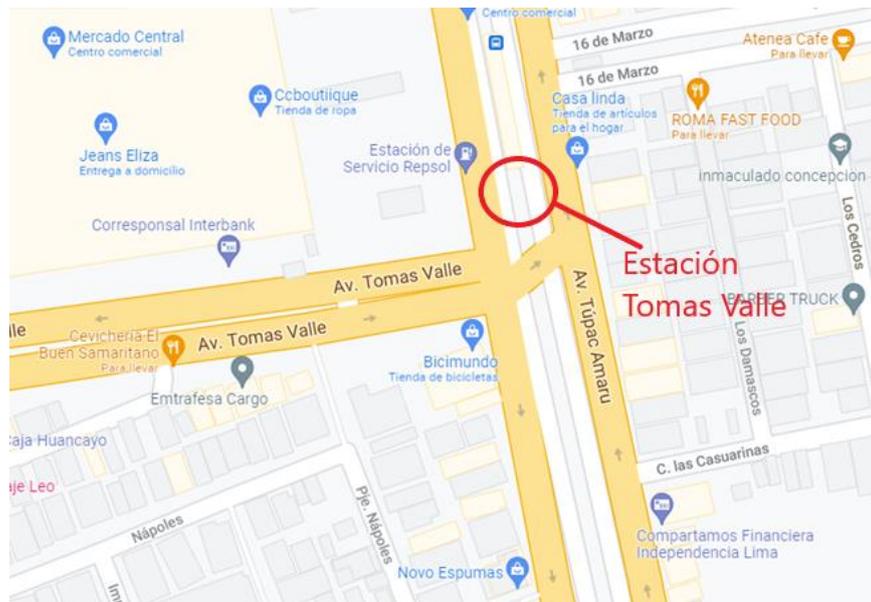


Figura 11: Ubicación estación Tomás Valle

Fuente: Elaboración propia con Google Maps



Figura 12: Vista con dron, estación Tomás Valle

Fuente: Elaboración propia



Figura 13: Ubicación estación UNI

Fuente: Elaboración propia con Google Maps



Figura 14: Vista con dron, estación UNI

Fuente: Elaboración propia

Dentro de este tramo de estudio también encontramos las estaciones de Honorio Delgado y Los Jazmines en los cuales se detalla mediante figuras de dron en las Figuras 15 y 16 respectivamente.



Figura 15: Vista con dron, estación Honorio Delgado

Fuente: Elaboración propia



Figura 16: Vista con dron, estación los Jazmines

Fuente: Elaboración propia

De igual manera se obtuvo de la Institución Nacional de Estadística e Informática (INEI) los datos de los lotes que existen en la zona de estudio como se observa en la Figura 17.

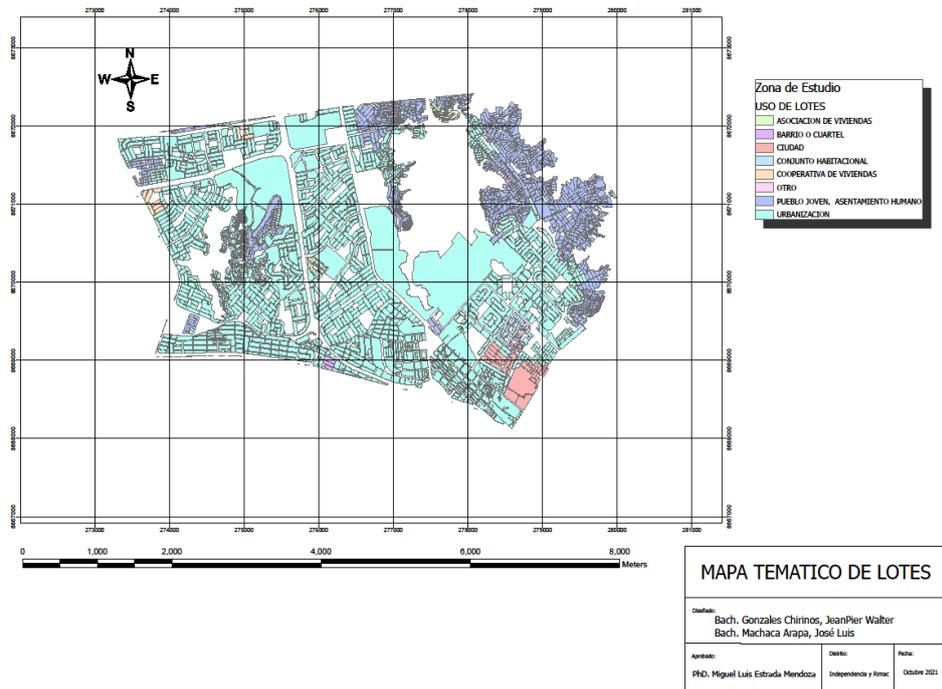


Figura 17: Mapa temático de lotes

Fuente: Elaboración propia con Software ArcGIS pro

5.1.2 Datos en Estación Tomás Valle

En la presente sección se presenta los datos recopilados en la zona de la estación Tomás Valle los cuales fueron tomados a lo largo de una semana desde el lunes hasta el día viernes.

a) Día lunes

En las Tablas 12,13 y 14 son los datos obtenidos en campo desde las 7:00 am hasta las 10:00 pm en la estación Tomas Valle en el sentido de norte a sur y en las Tablas 15,16 y 17 se muestran los datos en el mismo horario pero en el sentido de sur a norte.

Tabla 12: Vehículos 7:00 am – 1:00 pm, estación Tomas Valle, Norte a Sur

Tipo de Vehículo	7 am - 8 am	8 am - 9 am	9 am - 10 am	10 am - 11 am	11 am - 12 am	12 am - 1 pm
Bus Metropolitano	115	100	85	85	65	60
Motocicleta	110	31	32	22	21	10
Mototaxi	10	8	6	5	12	2
Auto	833	821	634	408	518	415
Taxi	915	955	386	368	488	412
Combi	161	129	104	86	70	57
Microbus	137	106	68	75	53	34
Bus	70	12	8	45	12	20
Camion de Carga	7	5	8	2	5	9
Total	2358	2167	1331	1096	1244	1019

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Vehículos 1:00 pm – 7:00 pm, estación Tomas Valle. Norte a Sur

Tipo de Vehículo	1 pm - 2 pm	2 pm - 3 pm	3 pm - 4 pm	4 pm - 5 pm	5 pm - 6 pm	6 pm - 7 pm
Bus Metropolitano	65	50	60	55	85	85
Motocicleta	15	12	16	40	44	31
Mototaxi	8	8	10	9	13	12
Auto	153	486	425	415	287	341
Taxi	178	471	455	319	321	321
Combi	72	78	97	119	168	118
Microbus	55	76	84	95	126	76
Bus	25	38	25	16	15	13
Camion de Carga	21	10	6	9	12	6
Total	592	1229	1178	1077	1071	1003

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Vehículos 7:00 pm – 10:00 pm, estación Tomas Valle. Norte a Sur

Tipo de Vehiculo	7 pm - 8 pm	8 pm - 9 pm	9 pm - 10 pm
Bus Metropolitano	95	100	85
Motocicleta	60	40	32
Mototaxi	8	10	5
Auto	318	315	287
Taxi	278	255	263
Combi	98	92	86
Microbus	89	82	70
Bus	15	10	8
Camion de Carga	1	5	2
Total	962	909	838

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Vehículos 7:00 am – 1:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte

Tipo de Vehiculo	7 am - 8 am	8 am - 9 am	9 am - 10 am	10 am - 11 am	11 am - 12 am	12 am - 1 pm
Bus Metropolitano	50	60	55	50	60	50
Motocicleta	18	28	25	15	18	20
Mototaxi	8	12	21	19	15	20
Auto	355	365	318	310	275	267
Taxi	295	310	210	203	195	210
Combi	95	85	79	75	95	70
Microbus	98	68	42	68	71	38
Bus	12	15	9	10	10	6
Camion de Carga	3	5	5	6	4	10
Total	934	948	764	756	743	691

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Vehículos 1:00 pm – 7:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte

Tipo de Vehiculo	1 pm - 2 pm	2 pm - 3 pm	3 pm - 4 pm	4 pm - 5 pm	5 pm - 6 pm	6 pm - 7 pm
Bus Metropolitano	50	55	60	75	115	135
Motocicleta	35	21	22	22	115	125
Mototaxi	35	15	15	21	12	12
Auto	325	371	435	485	682	755
Taxi	224	219	265	425	613	655
Combi	85	78	110	112	142	120
Microbus	50	72	78	75	145	115
Bus	9	10	11	11	25	45
Camion de Carga	13	13	5	6	36	33
Total	826	854	1001	1232	1885	1995

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Vehículos 7:00 pm – 10:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte

Tipo de Vehiculo	7 pm - 8 pm	8 pm - 9 pm	9 pm - 10 pm
Bus Metropolitano	150	150	100
Motocicleta	218	210	172
Mototaxi	20	9	8
Auto	885	620	546
Taxi	765	595	655
Combi	139	136	109
Microbus	145	127	113
Bus	115	110	95
Camion de Carga	94	68	38
Total	2531	2025	1836

Fuente: Elaboración propia

b) Día martes

En las Tablas 18,19 y 20 son los datos obtenidos en campo desde las 7:00 am hasta las 10:00 pm en la estación Tomas Valle en el sentido de norte a sur y en las Tablas 21,22 y 23 se muestran los datos en el mismo horario pero en el sentido de sur a norte.

Tabla 18: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación Tomás Valle, Norte a Sur

Tipo de Vehiculo	7 am - 8 am	8 am - 9 am	9 am - 10 am	10 am - 11 am	11 am - 12 am	12 am - 1 pm
Bus Metropolitano	110	100	85	75	65	50
Motocicleta	82	62	55	24	10	15
Mototaxi	10	2	4	12	10	5
Auto	732	795	643	513	455	420
Taxi	928	955	635	428	412	392
Combi	178	142	90	83	61	56
Microbus	148	115	85	80	48	45
Bus	36	39	19	21	9	42
Camion de Carga	2	6	9	8	15	10
Total	2226	2216	1625	1244	1085	1035

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Vehículos 1:00 pm -7:00 pm, estación Tomas Valle, Norte a Sur

Tipo de Vehiculo	1 pm - 2 pm	2 pm - 3 pm	3 pm - 4 pm	4 pm - 5 pm	5 pm - 6 pm	6 pm - 7 pm
Bus Metropolitano	60	50	65	55	85	115
Motocicleta	15	25	25	35	45	44
Mototaxi	5	6	12	15	10	15
Auto	320	415	220	355	275	320
Taxi	355	438	472	227	272	316
Combi	57	87	98	115	156	109
Microbus	51	82	90	92	125	88
Bus	10	12	18	25	36	21
Camion de Carga	18	15	10	7	9	12
Total	891	1130	1010	926	1013	1040

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación Tomas Valle, Norte a Sur

Tipo de Vehiculo	7 pm - 8 pm	8 pm - 9 pm	9 pm - 10 pm
Bus Metropolitano	110	105	80
Motocicleta	75	54	72
Mototaxi	12	9	10
Auto	418	485	325
Taxi	359	275	295
Combi	115	102	75
Microbus	102	85	75
Bus	24	12	12
Camion de Carga	9	3	5
Total	1224	1130	949

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte

Tipo de Vehiculo	7 am - 8 am	8 am - 9 am	9 am - 10 am	10 am - 11 am	11 am - 12 am	12 am - 1 pm
Bus Metropolitano	50	65	50	55	60	55
Motocicleta	32	45	24	30	12	20
Mototaxi	14	17	32	14	18	20
Auto	317	338	302	289	293	255
Taxi	290	217	200	165	175	154
Combi	88	105	92	85	95	78
Microbus	85	69	67	70	80	55
Bus	15	25	10	5	15	8
Camion de Carga	7	3	5	2	4	10
Total	898	884	782	715	752	655

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte

Tipo de Vehículo	1 pm - 2 pm	2 pm - 3 pm	3 pm - 4 pm	4 pm - 5 pm	5 pm - 6 pm	6 pm - 7 pm
Bus Metropolitano	65	55	65	60	110	155
Motocicleta	30	17	21	24	132	145
Mototaxi	25	10	13	15	12	8
Auto	355	398	245	602	687	890
Taxi	120	170	185	325	539	785
Combi	97	85	105	115	150	192
Microbus	60	85	75	70	145	138
Bus	12	11	13	13	18	25
Camion de Carga	11	14	5	10	21	57
Total	775	845	727	1234	1814	2395

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte

Tipo de Vehículo	7 pm - 8 pm	8 pm - 9 pm	9 pm - 10 pm
Bus Metropolitano	150	150	100
Motocicleta	202	210	178
Mototaxi	7	4	5
Auto	778	645	625
Taxi	876	571	631
Combi	145	165	125
Microbus	140	138	120
Bus	135	109	85
Camion de Carga	87	88	29
Total	2520	2080	1898

Fuente: Elaboración propia

c) Día miércoles

En las Tablas 24,25 y 26 son los datos obtenidos en campo desde las 7:00 am hasta las 10:00 pm en la estación Tomas Valle en el sentido de norte a sur y en las Tablas 27,28 y 29 se muestran los datos en el mismo horario pero en el sentido de sur a norte.

Tabla 24: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación Tomas Valle, Norte a Sur

Tipo de Vehículo	7 am - 8 am	8 am - 9 am	9 am - 10 am	10 am - 11 am	11 am - 12 am	12 am - 1 pm
Bus Metropolitano	110	105	80	75	60	55
Motocicleta	112	65	45	15	21	18
Mototaxi	7	12	6	8	10	7
Auto	845	837	664	535	495	395
Taxi	928	973	618	478	452	389
Combi	188	155	130	88	75	45
Microbus	148	135	90	80	68	45
Bus	118	135	20	25	14	15
Camion de Carga	4	2	9	12	13	9
Total	2460	2419	1662	1316	1208	978

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación Tomas Valle, Norte a Sur

Tipo de Vehículo	1 pm - 2 pm	2 pm - 3 pm	3 pm - 4 pm	4 pm - 5 pm	5 pm - 6 pm	6 pm - 7 pm
Bus Metropolitano	60	55	70	60	85	110
Motocicleta	15	20	14	38	45	38
Mototaxi	5	8	10	15	13	12
Auto	328	425	225	390	293	330
Taxi	388	485	477	275	295	350
Combi	63	87	114	120	145	115
Microbus	50	72	80	92	130	85
Bus	20	22	18	21	25	15
Camion de Carga	17	18	15	8	12	5
Total	946	1192	1023	1019	1043	1060

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación Tomas Valle, Norte a Sur

Tipo de Vehículo	7 pm - 8 pm	8 pm - 9 pm	9 pm - 10 pm
Bus Metropolitano	115	104	75
Motocicleta	68	74	65
Mototaxi	8	7	5
Auto	425	475	375
Taxi	384	275	354
Combi	125	95	85
Microbus	105	85	75
Bus	21	18	15
Camion de Carga	1	8	5
Total	1252	1141	1054

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte

Tipo de Vehiculo	7 am - 8 am	8 am - 9 am	9 am - 10 am	10 am - 11 am	11 am - 12 am	12 am - 1 pm
Bus Metropolitano	60	55	65	55	65	50
Motocicleta	30	29	15	20	16	20
Mototaxi	12	19	25	17	22	20
Auto	330	345	315	290	280	255
Taxi	290	245	201	185	175	152
Combi	105	98	90	84	95	85
Microbus	100	80	55	80	88	50
Bus	20	25	9	12	15	18
Camion de Carga	8	5	7	5	3	12
Total	955	901	782	748	759	662

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte

Tipo de Vehiculo	1 pm - 2 pm	2 pm - 3 pm	3 pm - 4 pm	4 pm - 5 pm	5 pm - 6 pm	6 pm - 7 pm
Bus Metropolitano	65	55	65	60	115	160
Motocicleta	27	25	35	28	130	128
Mototaxi	35	18	21	19	15	10
Auto	353	389	235	598	689	895
Taxi	128	175	190	318	550	795
Combi	90	82	115	120	145	190
Microbus	54	90	88	85	160	190
Bus	9	10	8	15	30	85
Camion de Carga	18	15	8	12	30	45
Total	779	859	765	1255	1864	2498

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte

Tipo de Vehiculo	7 pm - 8 pm	8 pm - 9 pm	9 pm - 10 pm
Bus Metropolitano	145	195	150
Motocicleta	212	200	180
Mototaxi	15	8	15
Auto	790	635	650
Taxi	895	586	678
Combi	145	155	130
Microbus	140	145	125
Bus	136	115	108
Camion de Carga	90	75	40
Total	2568	2114	2076

Fuente: Elaboración propia

d) Día jueves

En las Tablas 30,31 y 32 son los datos obtenidos en campo desde las 7:00 am hasta las 10:00 pm en la estación Tomas Valle en el sentido de norte a sur y en las Tablas 33,34 y 35 se muestran los datos en el mismo horario pero en el sentido de sur a norte.

Tabla 30: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación Tomas Valle, Norte a Sur

Tipo de Vehiculo	7 am - 8 am	8 am - 9 am	9 am - 10 am	10 am - 11 am	11 am - 12 am	12 am - 1 pm
Bus Metropolitano	110	100	90	70	65	50
Motocicleta	98	62	45	15	13	10
Mototaxi	10	9	7	5	10	5
Auto	847	832	663	518	502	400
Taxi	938	975	650	455	438	375
Combi	170	143	120	72	64	54
Microbus	142	115	80	79	55	30
Bus	36	32	10	13	10	20
Camion de Carga	8	5	12	5	9	10
Total	2359	2273	1677	1232	1166	954

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación Tomas Valle, Norte a Sur

Tipo de Vehiculo	1 pm - 2 pm	2 pm - 3 pm	3 pm - 4 pm	4 pm - 5 pm	5 pm - 6 pm	6 pm - 7 pm
Bus Metropolitano	60	50	65	60	80	110
Motocicleta	12	18	12	38	40	30
Mototaxi	4	7	14	11	10	15
Auto	298	420	215	375	288	320
Taxi	380	478	480	275	285	350
Combi	75	80	100	110	142	108
Microbus	51	71	80	93	130	80
Bus	15	15	22	19	24	15
Camion de Carga	12	13	5	8	10	5
Total	907	1152	993	989	1009	1033

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación Tomas Valle, Norte a Sur

Tipo de Vehiculo	7 pm - 8 pm	8 pm - 9 pm	9 pm - 10 pm
Bus Metropolitano	115	105	80
Motocicleta	57	48	57
Mototaxi	10	13	5
Auto	430	485	358
Taxi	370	270	338
Combi	102	93	90
Microbus	91	83	65
Bus	18	12	8
Camion de Carga	4	3	2
Total	1197	1112	1003

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte

Tipo de Vehículo	7 am - 8 am	8 am - 9 am	9 am - 10 am	10 am - 11 am	11 am - 12 am	12 am - 1 pm
Bus Metropolitano	50	60	50	55	60	50
Motocicleta	30	25	17	20	12	20
Mototaxi	8	15	25	20	18	20
Auto	330	350	300	290	280	235
Taxi	288	240	192	170	165	145
Combi	95	88	92	67	93	77
Microbus	95	77	53	69	80	40
Bus	15	27	8	4	12	5
Camion de Carga	4	8	7	6	9	12
Total	915	890	744	701	729	604

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte

Tipo de Vehículo	1 pm - 2 pm	2 pm - 3 pm	3 pm - 4 pm	4 pm - 5 pm	5 pm - 6 pm	6 pm - 7 pm
Bus Metropolitano	65	55	65	60	115	160
Motocicleta	27	18	17	20	120	130
Mototaxi	30	15	12	10	17	10
Auto	340	378	230	590	688	890
Taxi	110	155	188	309	540	776
Combi	80	83	105	110	137	180
Microbus	48	85	78	75	150	178
Bus	7	13	12	14	15	16
Camion de Carga	15	14	3	11	35	53
Total	722	816	710	1199	1817	2393

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte

Tipo de Vehículo	7 pm - 8 pm	8 pm - 9 pm	9 pm - 10 pm
Bus Metropolitano	155	150	100
Motocicleta	200	210	170
Mototaxi	14	8	10
Auto	780	587	640
Taxi	885	464	655
Combi	142	162	125
Microbus	130	145	110
Bus	128	127	118
Camion de Carga	88	71	36
Total	2522	1924	1964

Fuente: Elaboración propia

e) Día viernes

En las Tablas 36,37 y 38 son los datos obtenidos en campo desde las 7:00 am hasta las 10:00 pm en la estación Tomas Valle en el sentido de norte a sur y en las Tablas 39,40 y 41 se muestran los datos en el mismo horario pero en el sentido de sur a norte.

Tabla 36: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación Tomas Valle, Norte a Sur

Tipo de Vehiculo	7 am - 8 am	8 am - 9 am	9 am - 10 am	10 am - 11 am	11 am - 12 am	12 am - 1 pm
Bus Metropolitano	115	100	85	65	65	50
Motocicleta	102	58	40	14	16	12
Mototaxi	8	10	3	2	12	4
Auto	856	840	675	525	492	418
Taxi	932	983	623	467	440	383
Combi	195	153	125	86	70	55
Microbus	158	125	83	75	53	34
Bus	38	42	12	10	8	16
Camion de Carga	5	3	10	4	5	12
Total	2409	2314	1656	1248	1161	984

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación Tomas Valle Norte a Sur

Tipo de Vehiculo	1 pm - 2 pm	2 pm - 3 pm	3 pm - 4 pm	4 pm - 5 pm	5 pm - 6 pm	6 pm - 7 pm
Bus Metropolitano	60	50	65	55	85	110
Motocicleta	10	15	15	45	35	32
Mototaxi	2	5	9	12	15	13
Auto	318	423	221	384	295	325
Taxi	375	495	487	272	282	343
Combi	60	90	108	125	143	113
Microbus	55	76	85	95	133	84
Bus	14	18	20	20	26	18
Camion de Carga	15	10	8	5	9	3
Total	909	1182	1018	1013	1023	1041

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación Tomas Valle Norte a Sur

Tipo de Vehiculo	7 pm - 8 pm	8 pm - 9 pm	9 pm - 10 pm
Bus Metropolitano	113	104	75
Motocicleta	62	52	63
Mototaxi	10	8	6
Auto	435	487	365
Taxi	378	265	342
Combi	104	92	86
Microbus	95	82	70
Bus	15	10	10
Camion de Carga	1	5	4
Total	1213	1105	1021

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte

Tipo de Vehículo	7 am - 8 am	8 am - 9 am	9 am - 10 am	10 am - 11 am	11 am - 12 am	12 am - 1 pm
Bus Metropolitano	50	60	50	55	60	50
Motocicleta	28	35	18	22	10	21
Mototaxi	10	20	30	15	20	22
Auto	326	355	305	295	283	245
Taxi	292	238	195	174	164	143
Combi	100	92	88	77	93	80
Microbus	98	79	50	78	85	45
Bus	18	21	6	4	12	5
Camion de Carga	5	3	5	2	4	10
Total	927	903	747	722	731	621

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte

Tipo de Vehículo	1 pm - 2 pm	2 pm - 3 pm	3 pm - 4 pm	4 pm - 5 pm	5 pm - 6 pm	6 pm - 7 pm
Bus Metropolitano	65	55	65	60	115	160
Motocicleta	30	20	20	25	128	133
Mototaxi	34	12	15	17	10	9
Auto	345	387	238	593	695	892
Taxi	115	165	195	315	543	792
Combi	85	78	110	112	142	185
Microbus	50	88	80	78	157	189
Bus	8	9	12	15	18	21
Camion de Carga	13	15	5	10	36	55
Total	745	829	740	1225	1844	2436

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación Tomas Valle, Sur a Norte

Tipo de Vehículo	7 pm - 8 pm	8 pm - 9 pm	9 pm - 10 pm
Bus Metropolitano	155	200	150
Motocicleta	215	213	182
Mototaxi	10	5	12
Auto	785	632	645
Taxi	893	582	652
Combi	139	158	120
Microbus	137	144	115
Bus	136	122	118
Camion de Carga	94	90	37
Total	2564	2146	2031

Fuente: Elaboración propia

5.1.3 Datos en Estación UNI

En la presente sección se presenta los datos recopilados en la zona de la estación UNI los cuales fueron tomados a lo largo de una semana desde el día lunes hasta el día viernes dentro del horario de 7:00 am hasta las 10:00 pm.

a) Día lunes

En las Tablas 42,43 y 44 son los datos obtenidos en campo desde las 7:00 am hasta las 10:00 pm en la estación UNI en el sentido de norte a sur y en las Tablas 45,46 y 47 se muestran los datos en el mismo horario pero en el sentido de sur a norte.

Tabla 42: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación UNI, Norte a Sur

Tipo de Vehículo	7 am - 8 am	8 am - 9 am	9 am - 10 am	10 am - 11 am	11 am - 12 am	12 am - 1 pm
Bus Metropolitano	135	115	100	85	75	60
Motocicleta	110	95	87	75	110	85
Mototaxi	15	21	22	18	9	5
Auto	875	683	645	650	439	456
Taxi	746	721	425	318	325	315
Combi	165	115	94	90	72	60
Microbus	148	110	87	83	62	35
Bus	115	104	85	57	30	25
Camion de Carga	33	42	53	45	41	32
Total	2342	2006	1598	1421	1163	1073

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación UNI, Norte a Sur

Tipo de Vehículo	1 pm - 2 pm	2 pm - 3 pm	3 pm - 4 pm	4 pm - 5 pm	5 pm - 6 pm	6 pm - 7 pm
Bus Metropolitano	65	50	60	55	85	75
Motocicleta	95	95	115	68	100	72
Mototaxi	2	18	21	22	19	21
Auto	410	430	315	325	352	393
Taxi	310	289	310	265	385	235
Combi	60	75	110	125	138	110
Microbus	45	55	78	92	130	85
Bus	20	18	25	20	25	19
Camion de Carga	22	27	12	15	12	20
Total	1029	1057	1046	987	1246	1030

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación UNI, Norte a Sur

Tipo de Vehículo	7 pm - 8 pm	8 pm - 9 pm	9 pm - 10 pm
Bus Metropolitano	95	100	85
Motocicleta	75	50	72
Mototaxi	30	15	20
Auto	355	364	335
Taxi	225	185	200
Combi	118	89	70
Microbus	90	78	65
Bus	20	12	10
Camion de Carga	28	3	0
Total	1036	896	857

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación UNI, Sur a Norte

Tipo de Vehiculo	7 am - 8 am	8 am - 9 am	9 am - 10 am	10 am - 11 am	11 am - 12 am	12 am - 1 pm
Bus Metropolitano	65	60	55	50	60	50
Motocicleta	62	42	35	32	40	35
Mototaxi	10	7	4	9	12	10
Auto	318	335	282	239	255	276
Taxi	225	282	253	215	305	335
Combi	118	104	102	95	78	95
Microbus	86	92	85	81	110	92
Bus	20	21	12	28	30	28
Camion de Carga	38	42	35	52	54	32
Total	942	985	863	801	944	953

Fuente:Elaboración propia

Tabla 46: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación UNI, Sur a Norte

Tipo de Vehiculo	1 pm - 2 pm	2 pm - 3 pm	3 pm - 4 pm	4 pm - 5 pm	5 pm - 6 pm	6 pm - 7 pm
Bus Metropolitano	65	55	60	75	115	135
Motocicleta	45	25	20	38	15	145
Mototaxi	5	6	10	12	15	9
Auto	290	302	372	442	578	685
Taxi	287	210	195	245	355	745
Combi	82	85	73	102	138	175
Microbus	112	90	86	76	142	175
Bus	15	12	25	20	15	25
Camion de Carga	44	25	30	52	40	55
Total	945	810	871	1062	1413	2149

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación UNI, Sur a Norte

Tipo de Vehiculo	7 pm - 8 pm	8 pm - 9 pm	9 pm - 10 pm
Bus Metropolitano	150	200	85
Motocicleta	200	230	168
Mototaxi	10	1	0
Auto	812	769	688
Taxi	617	545	487
Combi	148	170	154
Microbus	125	110	101
Bus	115	110	95
Camion de Carga	75	85	45
Total	2252	2220	1823

Fuente: Elaboración propia

b) Día martes

En las Tablas 48,49 y 50 son los datos obtenidos en campo desde las 7:00 am hasta las 10:00 pm en la estación UNI en el sentido de norte a sur y en las Tablas 51,52 y 53 se muestran los datos en el mismo horario pero en el sentido de sur a norte.

Tabla 48: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación UNI, Norte a Sur

Tipo de Vehículo	7 am - 8 am	8 am - 9 am	9 am - 10 am	10 am - 11 am	11 am - 12 am	12 am - 1 pm
Bus Metropolitano	195	125	90	75	60	55
Motocicleta	128	110	75	68	110	96
Mototaxi	20	17	10	5	20	15
Auto	882	578	700	692	510	470
Taxi	718	640	430	300	305	315
Combi	152	105	72	50	69	74
Microbus	118	105	80	72	43	45
Bus	65	62	35	40	78	42
Camion de Carga	43	69	34	45	53	35
Total	2321	1811	1526	1347	1248	1147

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación UNI, Norte a Sur

Tipo de Vehículo	1 pm - 2 pm	2 pm - 3 pm	3 pm - 4 pm	4 pm - 5 pm	5 pm - 6 pm	6 pm - 7 pm
Bus Metropolitano	60	55	75	60	100	115
Motocicleta	102	70	110	50	90	65
Mototaxi	10	14	18	19	15	18
Auto	424	232	350	353	365	402
Taxi	290	372	365	275	315	268
Combi	88	75	80	94	110	130
Microbus	53	78	83	77	115	78
Bus	50	30	45	52	36	41
Camion de Carga	25	32	18	20	10	25
Total	1102	958	1144	1000	1156	1142

Fuente:Elaboración propia

Tabla 50: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación UNI, Norte a Sur

Tipo de Vehículo	7 pm - 8 pm	8 pm - 9 pm	9 pm - 10 pm
Bus Metropolitano	95	105	85
Motocicleta	68	53	60
Mototaxi	30	17	12
Auto	414	370	342
Taxi	225	182	185
Combi	79	58	50
Microbus	95	80	70
Bus	24	25	12
Camion de Carga	38	6	0
Total	1068	896	816

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación UNI, Sur a Norte

Tipo de Vehículo	7 am - 8 am	8 am - 9 am	9 am - 10 am	10 am - 11 am	11 am - 12 am	12 am - 1 pm
Bus Metropolitano	55	65	60	60	55	60
Motocicleta	38	49	51	33	30	29
Mototaxi	10	9	5	5	5	10
Auto	318	320	275	245	220	278
Taxi	220	282	230	215	225	345
Combi	120	110	95	115	82	95
Microbus	85	92	67	70	80	55
Bus	20	25	10	5	15	8
Camion de Carga	3	68	45	32	78	25
Total	869	1020	838	780	790	905

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación UNI, Sur a Norte

Tipo de Vehículo	1 pm - 2 pm	2 pm - 3 pm	3 pm - 4 pm	4 pm - 5 pm	5 pm - 6 pm	6 pm - 7 pm
Bus Metropolitano	65	55	65	60	110	150
Motocicleta	43	17	20	38	15	148
Mototaxi	0	14	10	5	10	13
Auto	282	220	375	465	582	665
Taxi	188	178	195	245	345	725
Combi	83	93	82	102	137	180
Microbus	60	85	75	70	145	138
Bus	12	15	13	15	18	26
Camion de Carga	22	20	18	44	36	55
Total	755	697	853	1044	1398	2100

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación UNI, Sur a Norte

Tipo de Vehículo	7 pm - 8 pm	8 pm - 9 pm	9 pm - 10 pm
Bus Metropolitano	195	200	145
Motocicleta	210	238	165
Mototaxi	12	0	0
Auto	818	782	670
Taxi	585	538	428
Combi	143	154	125
Microbus	140	138	120
Bus	135	122	85
Camion de Carga	94	90	37
Total	2332	2262	1775

Fuente: Elaboración propia

c) Día miércoles

En las Tablas 54,55 y 56 son los datos obtenidos en campo desde las 7:00 am hasta las 10:00 pm en la estación UNI en el sentido de norte a sur y en las Tablas 57,58 y 59 se muestran los datos en el mismo horario pero en el sentido de sur a norte.

Tabla 54: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación UNI, Norte a Sur

Tipo de Vehículo	7 am - 8 am	8 am - 9 am	9 am - 10 am	10 am - 11 am	11 am - 12 am	12 am - 1 pm
Bus Metropolitano	110	105	80	70	60	55
Motocicleta	92	71	45	19	16	31
Mototaxi	20	8	5	8	10	9
Auto	821	589	715	680	515	485
Taxi	735	638	432	315	312	315
Combi	138	110	65	55	59	68
Microbus	142	135	90	80	68	45
Bus	39	61	15	25	14	15
Camion de Carga	6	8	12	11	9	21
Total	2103	1725	1459	1263	1063	1044

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación UNI, Norte a Sur

Tipo de Vehículo	1 pm - 2 pm	2 pm - 3 pm	3 pm - 4 pm	4 pm - 5 pm	5 pm - 6 pm	6 pm - 7 pm
Bus Metropolitano	60	55	70	60	85	110
Motocicleta	23	31	25	16	40	28
Mototaxi	14	10	15	16	23	20
Auto	425	427	335	350	348	317
Taxi	295	367	362	275	315	381
Combi	85	82	90	94	110	120
Microbus	50	72	80	92	130	85
Bus	20	22	18	21	25	15
Camion de Carga	27	18	16	13	23	10
Total	999	1084	1011	937	1099	1086

Fuente. Elaboración propia

Tabla 56: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación UNI, Norte a Sur

Tipo de Vehículo	7 pm - 8 pm	8 pm - 9 pm	9 pm - 10 pm
Bus Metropolitano	115	100	75
Motocicleta	56	60	58
Mototaxi	16	15	9
Auto	412	382	340
Taxi	216	182	321
Combi	85	55	50
Microbus	105	85	75
Bus	21	18	15
Camion de Carga	1	4	7
Total	1027	901	950

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación UNI, Sur a Norte

Tipo de Vehículo	7 am - 8 am	8 am - 9 am	9 am - 10 am	10 am - 11 am	11 am - 12 am	12 am - 1 pm
Bus Metropolitano	50	55	55	55	65	50
Motocicleta	31	41	15	32	18	15
Mototaxi	5	12	29	9	8	21
Auto	335	318	275	254	225	275
Taxi	220	280	250	220	157	184
Combi	102	115	95	64	92	72
Microbus	85	80	55	67	88	43
Bus	20	25	9	3	11	8
Camion de Carga	3	6	8	4	2	6
Total	851	932	791	708	666	674

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación UNI, Sur a Norte

Tipo de Vehículo	1 pm - 2 pm	2 pm - 3 pm	3 pm - 4 pm	4 pm - 5 pm	5 pm - 6 pm	6 pm - 7 pm
Bus Metropolitano	65	55	65	60	115	160
Motocicleta	39	21	27	32	85	150
Mototaxi	15	10	18	9	15	10
Auto	290	220	219	475	580	670
Taxi	185	170	190	230	335	720
Combi	83	91	88	115	130	175
Microbus	48	90	88	85	160	190
Bus	11	10	8	15	26	32
Camion de Carga	9	12	6	13	31	50
Total	745	679	709	1034	1477	2157

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación UNI, Sur a Norte

Tipo de Vehículo	7 pm - 8 pm	8 pm - 9 pm	9 pm - 10 pm
Bus Metropolitano	150	150	105
Motocicleta	230	209	190
Mototaxi	15	12	18
Auto	815	780	586
Taxi	602	510	435
Combi	142	165	125
Microbus	140	145	125
Bus	138	115	108
Camion de Carga	90	86	32
Total	2322	2172	1724

Fuente: Elaboración propia

d) Día jueves

En las Tablas 60,61 y 62 son los datos obtenidos en campo desde las 7:00 am hasta las 10:00 pm en la estación UNI en el sentido de norte a sur y en las Tablas 63,64 y 65 se muestran los datos en el mismo horario pero en el sentido de sur a norte.

Tabla 60: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación UNI, Norte a Sur

Tipo de Vehículo	7 am - 8 am	8 am - 9 am	9 am - 10 am	10 am - 11 am	11 am - 12 am	12 am - 1 pm
Bus Metropolitano	150	110	90	70	65	55
Motocicleta	125	109	69	70	108	100
Mototaxi	19	19	12	8	18	12
Auto	903	578	715	680	489	473
Taxi	743	623	432	301	288	312
Combi	125	110	52	50	73	61
Microbus	50	51	38	48	66	51
Bus	40	32	10	15	10	20
Camion de Carga	39	63	32	50	49	32
Total	2194	1695	1450	1292	1166	1116

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación UNI, Norte a Sur

Tipo de Vehículo	1 pm - 2 pm	2 pm - 3 pm	3 pm - 4 pm	4 pm - 5 pm	5 pm - 6 pm	6 pm - 7 pm
Bus Metropolitano	60	50	65	60	80	110
Motocicleta	95	65	112	52	92	67
Mototaxi	6	15	20	18	13	15
Auto	421	431	334	345	348	395
Taxi	290	368	361	271	310	221
Combi	74	82	79	90	110	120
Microbus	71	80	84	85	73	51
Bus	15	15	22	20	24	15
Camion de Carga	30	35	21	25	13	30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación UNI, Norte a Sur

Tipo de Vehículo	7 pm - 8 pm	8 pm - 9 pm	9 pm - 10 pm
Bus Metropolitano	115	105	80
Motocicleta	70	59	62
Mototaxi	31	10	18
Auto	408	368	341
Taxi	217	183	195
Combi	87	50	41
Microbus	32	21	20
Bus	18	12	10
Camion de Carga	42	10	3
Total	1020	818	770

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63: Vehículos 7:00 am- 1:00 pm, estación UNI, Sur a Norte

Tipo de Vehículo	7 am - 8 am	8 am - 9 am	9 am - 10 am	10 am - 11 am	11 am - 12 am	12 am - 1 pm
Bus Metropolitano	50	60	50	55	60	50
Motocicleta	38	48	49	30	31	32
Mototaxi	10	7	4	0	8	15
Auto	318	315	272	248	220	273
Taxi	210	268	235	210	209	325
Combi	118	105	90	98	102	95
Microbus	90	70	80	77	109	82
Bus	20	21	8	4	12	5
Camion de Carga	15	61	38	30	70	32
Total	869	955	826	752	821	909

Fuente: Elaboración propia

Tabla 64: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación UNI, Sur a Norte

Tipo de Vehículo	1 pm - 2 pm	2 pm - 3 pm	3 pm - 4 pm	4 pm - 5 pm	5 pm - 6 pm	6 pm - 7 pm
Bus Metropolitano	65	55	65	60	115	160
Motocicleta	38	21	24	38	15	148
Mototaxi	1	14	8	10	12	15
Auto	280	210	363	475	578	668
Taxi	180	170	190	240	350	730
Combi	80	85	80	104	135	175
Microbus	110	90	71	89	165	170
Bus	8	9	12	15	18	56
Camion de Carga	21	25	20	45	30	51
Total	783	679	833	1076	1418	2173

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65: Vehículos 7:00 pm- 10:00 pm, estación UNI, Sur a Norte

Tipo de Vehículo	7 pm - 8 pm	8 pm - 9 pm	9 pm - 10 pm
Bus Metropolitano	155	200	150
Motocicleta	208	237	171
Mototaxi	13	6	0
Auto	820	780	677
Taxi	589	510	428
Combi	140	147	118
Microbus	142	145	120
Bus	128	122	118
Camion de Carga	88	81	47
Total	2283	2228	1829

Fuente: Elaboración propia

e) Día viernes

En las Tablas 66,67 y 68 son los datos obtenidos en campo desde las 7:00 am hasta las 10:00 pm en la estación UNI en el sentido de norte a sur y en las Tablas 69,70 y 71 se muestran los datos en el mismo horario pero en el sentido de sur a norte.

Tabla 66: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación UNI, Norte a Sur

Tipo de Vehículo	7 am - 8 am	8 am - 9 am	9 am - 10 am	10 am - 11 am	11 am - 12 am	12 am - 1 pm
Bus Metropolitano	115	100	85	65	65	50
Motocicleta	136	109	69	70	108	100
Mototaxi	23	19	12	8	18	12
Auto	897	583	712	682	502	475
Taxi	723	630	428	304	295	303
Combi	145	112	60	48	75	64
Microbus	52	59	40	50	65	55
Bus	39	62	35	40	78	42
Camion de Carga	43	69	34	45	53	35
Total	2173	1743	1475	1312	1259	1136

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación UNI, Norte a Sur

Tipo de Vehículo	1 pm - 2 pm	2 pm - 3 pm	3 pm - 4 pm	4 pm - 5 pm	5 pm - 6 pm	6 pm - 7 pm
Bus Metropolitano	60	50	65	50	110	110
Motocicleta	95	65	112	52	92	67
Mototaxi	6	15	20	18	13	15
Auto	415	427	325	344	352	393
Taxi	285	367	358	268	305	218
Combi	82	78	86	95	115	125
Microbus	70	85	78	82	67	45
Bus	50	30	45	52	36	41
Camion de Carga	25	32	18	20	10	25
Total	1088	1149	1107	981	1100	1039

Fuente: Elaboración propia

Tabla 68: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación UNI, Norte a Sur

Tipo de Vehículo	7 pm - 8 pm	8 pm - 9 pm	9 pm - 10 pm
Bus Metropolitano	113	74	60
Motocicleta	70	59	62
Mototaxi	31	10	18
Auto	404	364	335
Taxi	206	179	192
Combi	84	47	48
Microbus	24	17	21
Bus	24	25	12
Camion de Carga	38	6	0
Total	994	781	748

Fuente: Elaboración propia

Tabla 69: Vehículos 7:00 am-1:00 pm, estación UNI, Sur a Norte

Tipo de Vehículo	7 am - 8 am	8 am - 9 am	9 am - 10 am	10 am - 11 am	11 am - 12 am	12 am - 1 pm
Bus Metropolitano	50	60	50	55	60	50
Motocicleta	42	52	45	28	34	32
Mototaxi	2	8	5	0	5	12
Auto	329	325	274	251	223	284
Taxi	218	275	245	218	212	324
Combi	125	115	97	102	85	92
Microbus	95	75	82	75	115	85
Bus	15	22	15	32	21	27
Camion de Carga	3	68	45	32	78	25
Total	879	1000	858	793	833	931

Fuente: Elaboración propia

Tabla 70: Vehículos 1:00 pm-7:00 pm, estación UNI, Sur a Norte

Tipo de Vehículo	1 pm - 2 pm	2 pm - 3 pm	3 pm - 4 pm	4 pm - 5 pm	5 pm - 6 pm	6 pm - 7 pm
Bus Metropolitano	65	55	65	60	115	160
Motocicleta	40	18	25	42	12	153
Mototaxi	0	15	9	8	14	18
Auto	285	218	368	478	589	673
Taxi	175	168	185	235	345	723
Combi	79	87	78	100	142	185
Microbus	102	95	76	86	157	189
Bus	18	14	24	32	18	21
Camion de Carga	22	20	18	44	36	55
Total	786	690	848	1085	1428	2177

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71: Vehículos 7:00 pm-10:00 pm, estación UNI, Sur a Norte

Tipo de Vehículo	7 pm - 8 pm	8 pm - 9 pm	9 pm - 10 pm
Bus Metropolitano	155	200	150
Motocicleta	228	245	188
Mototaxi	12	0	5
Auto	821	784	675
Taxi	592	512	432
Combi	139	158	120
Microbus	137	144	115
Bus	136	122	118
Camion de Carga	94	90	37
Total	2314	2255	1840

Fuente: Elaboración propia

5.1.4 Datos en Avenida Tomas Valle

En esta sección se presentan los datos recopilados en la avenida Tomas Valle con intersección a la avenida Túpac Amaru tomada desde las 7:00 a 8:00 am como se muestra en la Tabla 72.

Tabla 72: Vehículos 7:00 a 8:00 am Av. Tomas Valle

AVENIDA TOMAS VALLE 7:00 - 8:00 AM		
TIPO DE VEHICULO	DIRECCIÓN A LA TÚPAC	DIRECCIÓN A LA PANAMERICANA
Bus Metropolitano	0	0
Motocicleta	55	26
Mototaxi	28	25
Auto	79	68
Taxi	55	86
Combi	35	15
Microbus	25	28
Bus	5	0
Camion de Carga	25	14
TOTAL	307	262

Fuente: Elaboración propia

5.1.5 Datos en Avenida Miguel Angel

En esta sección se presentan los datos recopilados en la avenida Miguel Angel con intersección a la avenida Túpac Amaru tomados desde las 7:00 a 8:00 am como se muestra en la Tabla 73.

Tabla 73: Vehículos 7:00 a 8:00am Av. Miguel Angel

AVENIDA MIGUEL ANGEL 7:00 - 8:00 AM		
TIPO DE VEHICULO	DIRECCIÓN A LA TÚPAC	DIRECCIÓN A LA PANAMERICANA
Bus Metropolitano	0	0
Motocicleta	15	5
Mototaxi	12	9
Auto	31	15
Taxi	27	19
Combi	0	0
Microbus	0	0
Bus	6	2
Camión de Carga	3	8
TOTAL	94	58

Fuente: Elaboración propia

5.1.6 Datos en Avenida Fray Bartolome de las casas

En esta sección se presentan los datos recopilados en la avenida Fray Bartolome con intersección a la avenida Túpac Amaru tomada desde las 7:00 a 8:00 am como se muestra en la Tabla 74.

Tabla 74: Vehículos 7:00 a 8:00am Av. Fray Bartolome

AVENIDA FRAY BARTOLOME 7:00 - 8:00 AM		
TIPO DE VEHICULO	DIRECCIÓN A LA TÚPAC	DIRECCIÓN A LA PANAMERICANA
Bus Metropolitano	0	0
Motocicleta	62	42
Mototaxi	43	95
Auto	73	105
Taxi	62	78
Combi	0	0
Microbus	0	10
Bus	0	0
Camión de Carga	18	26
TOTAL	258	356

Fuente: Elaboración propia

5.1.7 Datos en Avenida Juan Vicente Nicolini

En esta sección se presentan los datos recopilados en la avenida Juan Vicente Nicolini con intersección a la avenida Túpac Amaru tomada desde las 7:00 a 8:00 am como se muestra en la Tabla 75.

Tabla 75: Vehículos 7:00 a 8:00am Av. Vicente Nicolini

AVENIDA VICENTE NICOLINI 7:00 - 8:00 AM		
TIPO DE VEHICULO	DIRECCIÓN A LA TÚPAC	DIRECCIÓN A LA PANAMERICANA
Bus Metropolitano	0	0
Motocicleta	4	21
Mototaxi	0	0
Auto	21	40
Taxi	13	28
Combi	5	0
Microbus	0	0
Bus	0	0
Camion de Carga	2	7
TOTAL	45	96

Fuente: Elaboración propia

5.1.8 Datos en Avenida Honorio Delgado

En esta sección se presentan los datos recopilados en la avenida Honorio Delgado con intersección a la avenida Túpac Amaru tomada desde las 7:00 a 8:00 am como se muestra en la Tabla 76.

Tabla 76: Vehículos 7:00 a 8:00am Av. Honorio Delgado

AVENIDA HONORIO DELGADO 7:00 - 8:00 AM		
TIPO DE VEHICULO	DIRECCIÓN A LA TÚPAC	DIRECCIÓN A LA PANAMERICANA
Bus Metropolitano	0	0
Motocicleta	6	2
Mototaxi	5	2
Auto	62	105
Taxi	21	40
Combi	1	2
Microbus	0	7
Bus	3	2
Camion de Carga	0	12
TOTAL	98	172

Fuente: Elaboración propia

5.1.9 Datos en Avenida Eduardo de Habich

En esta sección se presentan los datos recopilados en la avenida Eduardo de Habich con intersección a la avenida Túpac Amaru tomada desde las 7:00 a 8:00 am como se muestra en la Tabla 77.

Tabla 77: Vehículos 7:00 a 8:00am Av. Eduardo de Habich

AVENIDA EDUARDO DE HABICH 7:00 - 8:00 AM		
TIPO DE VEHICULO	DIRECCIÓN A LA TÚPAC	DIRECCIÓN A LA PANAMERICANA
Bus Metropolitano	0	0
Motocicleta	10	0
Mototaxi	10	0
Auto	161	12
Taxi	82	14
Combi	1	0
Microbus	18	0
Bus	0	0
Camión de Carga	11	0
TOTAL	293	26

Fuente: Elaboración propia

5.1.10 Tiempos de Semaforización

Se obtuvo los tiempos de semaforización a lo largo de la avenida Túpac Amaru en las avenidas correspondientes tanto principal como aledaña respecto del lugar de estudio representados en las Tablas 78 y 79.

Tabla 78: Tiempo de Semaforización Av. Túpac Amaru

Lugar	ROJO	AMBAR	VERDE	TOTAL
Estación Tomas Valle Norte a Sur Mañana	60	3	90	153
Estación Tomas Valle Sur a Norte Mañana	60	3	90	153
Estación UNI Norte a Sur Mañana	60	3	90	153
Estación UNI Sur a Norte Mañana	60	3	90	153
Estación Tomas Valle Norte a Sur Noche	63	4	80	147
Estación Tomas Valle Sur a Norte Noche	63	4	80	147
Estación UNI Norte a Sur Noche	60	3	90	153
Estación UNI Sur a Norte Noche	60	3	90	153

Fuente: Elaboración propia

Tabla 79: Tiempo de Semaforización Avenidas aledañas

Lugar	ROJO	AMBAR	VERDE	TOTAL
Tomas Valle Mañana Hacia La Panamericana	60	3	90	153
Tomas Valle Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	90	3	60	153
Miguel Angel Mañana Hacia La Panamericana	0	0	0	0
Miguel Angel Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	0	0	0	0
Bartolome Mañana Hacia La Panamericana	60	3	60	123
Bartolome Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	60	3	60	123
Nicolini Mañana Hacia La Panamericana	0	0	0	0
Nicolini Mañana Hacia Av. Túpac Amaru	0	0	0	0
Honorio Delgado Mañana Hacia La Panamericana	70	3	60	133
Honorio Delgado Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	102	3	25	130
Habich Mañana Hacia La Panamericana	60	3	90	153
Habich Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	100	3	45	148

Fuente: Elaboración propia

5.1.11 Tiempo de traslado

Durante el desarrollo de la investigación se tomó los datos del tiempo de traslado que toma a un vehículo llegar de la estación Tomas Valle hacia la estación UNI y viceversa, en los horarios de hora punta que son de 7:00 am a 8:00 am y 7:00 pm a 8:00 pm, estos presentados en la tabla 80.

Tabla 80: Tiempo de traslado

Estación de Partida	Estación de Llegada	Horario	Sentido	Tiempo traslado (promedio)
Estación Tomas Valle	Estación UNI	7:00 am - 8:00 am	Norte a Sur	30 minutos
Estación UNI	Estación Tomas Valle	7:00 pm - 8:00 pm	Sur a Norte	35 minutos

Fuente: Elaboración propia

5.1.12 Geometría de la vía

a) Avenida Tomás Valle con la avenida Túpac Amaru

La Avenida Tomas Valle cuenta con 2 carriles de 3.25 metros cada uno en ambos sentidos mientras que la avenida Túpac Amaru de Norte a Sur cuenta con 4 carriles de 3.25 metros cada uno y de Sur a Norte con 4 carriles de 3.35 metros cada uno. Como se observa en la Figura 18.

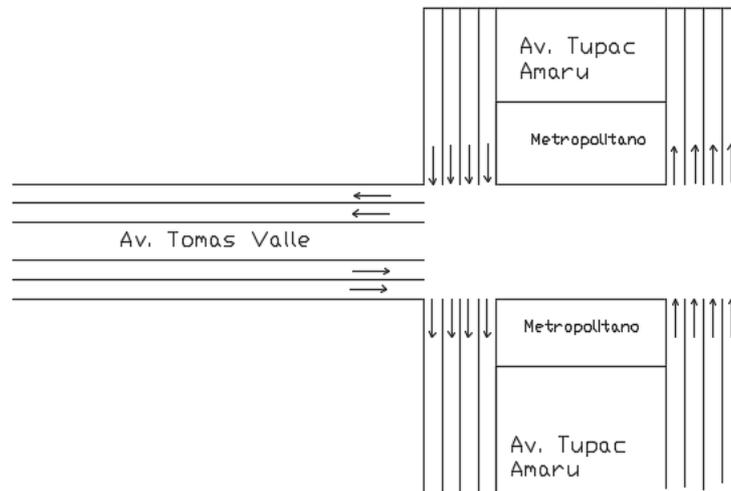


Figura 18: Geometría de la Estación Tomas Valle

Fuente: Elaboración propia con Autocad

b) Avenida Eduardo de Habich con Túpac Amaru

La avenida Eduardo de Habich cuenta con 3 carriles de 3.25 metros en cada sentido. En la Avenida Túpac Amaru con dirección a la UNI cuenta con 4 carriles de 3.25 metros cada uno en sentido de Norte a Sur, y en la dirección Sur a Norte cuenta 3 carriles de 3.25 metros cada uno. Como se observa en la figura 19

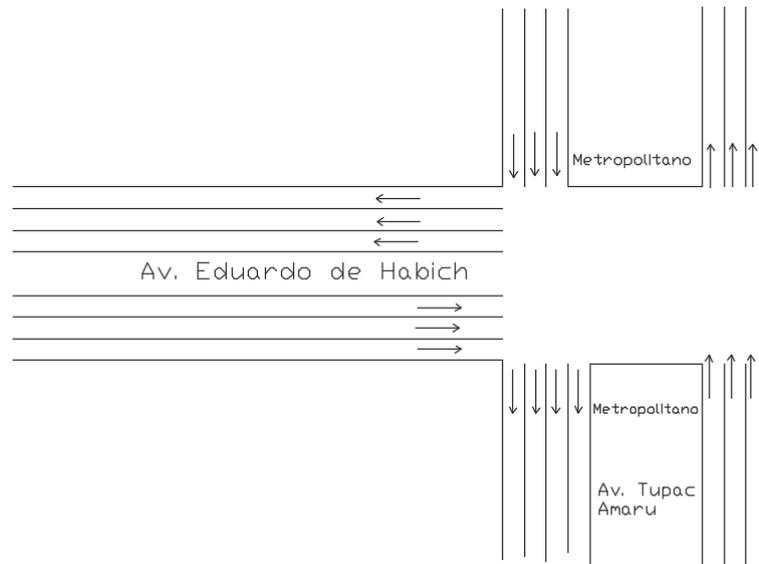


Figura 19: Geometría de la Estación Tomas UNI con Habich

Fuente: Elaboración propia con Autocad

c) Avenida Miguel Angel con Túpac Amaru

La Avenida Miguel Angel cuenta con 2 carriles de 3.25 metros cada uno en ambos sentidos, y la Avenida Túpac Amaru cuenta con 4 carriles de 3.25 metros cada uno en dirección Norte a Sur. Como se observa en la figura 20

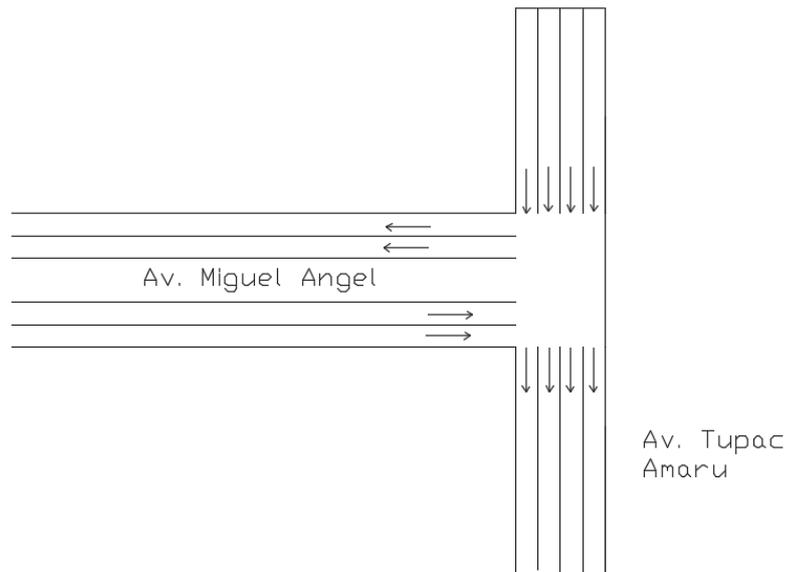


Figura 20: Geometría de la Avenida Miguel Ángel con Túpac Amaru

Fuente: Elaboración propia con Autocad

d) Avenida Fray Bartolome con Túpac Amaru

La Avenida Fray Bartolome cuenta con 2 carriles en dirección a la panamericana que cuentan con 3.25 metros cada uno y en dirección a la Avenida Túpac Amaru cuenta con 3 carriles de 3.25 metros cada uno, Además la Avenida Túpac Amaru cuenta con 3 carriles de en dirección Norte a Sur de 3.25 metros cada uno. Como se observa en la figura 21

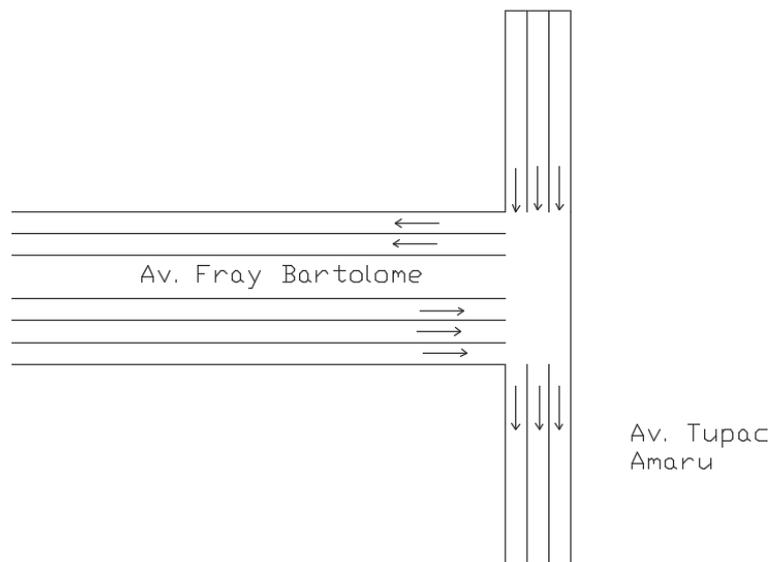


Figura 21: Geometría de la Avenida Fray Bartolome con Túpac Amaru

Fuente: Elaboración propia con Autocad

e) Avenida Vicente Nicolini con Túpac Amaru

La avenida Vicente Nicolini cuenta con 2 carriles en ambos sentidos de 3.25 metros cada uno, además la avenida Túpac Amaru cuenta con 3 carriles en dirección Norte a Sur y cada uno con 3.25 metros. Como se observa en la figura 22

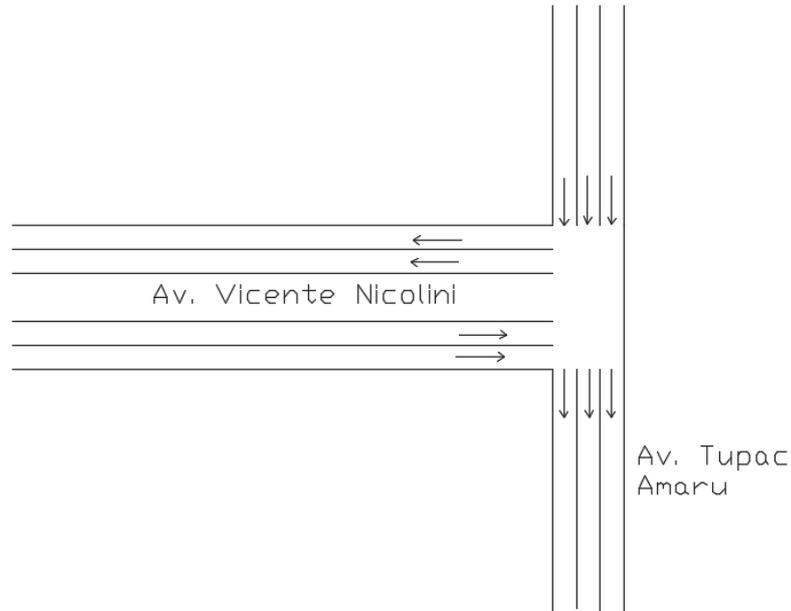


Figura 22: Geometría de la Avenida Nicolini con Túpac Amaru

Fuente: Elaboración propia con Autocad

f) Avenida Honorio Delgado con Túpac Amaru

La avenida Honorio Delgado cuenta con 2 carriles en ambos sentidos de 3.25 metros cada uno, por otro lado la avenida Túpac Amaru en sentido de norte a sur cuenta con 5 carriles, 2 de emergencia y 3 principales de 3.25 metros cada uno y llega a 4 carriles de 3.25 metros cada uno, en cambio, en el sentido de Sur a Norte empieza con 3 carriles de 3.25 cada uno y sale con 4 carriles de 3.25 cada uno. Como se observa en la figura 23.

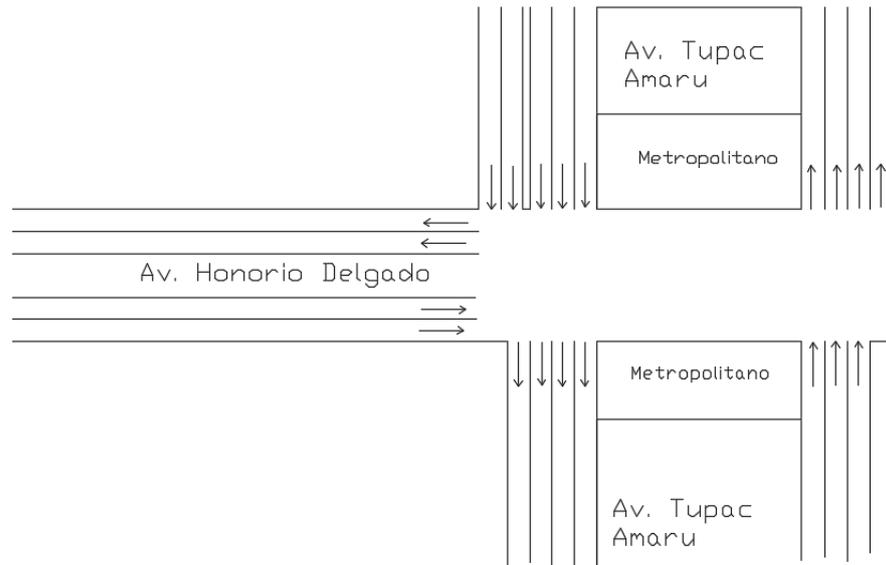


Figura 23: Geometría de la Avenida Honorio Delgado con Túpac Amaru

Fuente: Elaboración propia con Autocad

5.2 Análisis de los datos recopilados

Una vez realizada la toma de datos como se presentó en la sección 5.1. se procedió a analizar los sentidos principales de la vía en la avenida Túpac Amaru en el día de mayor tráfico vehicular para un mejor análisis en este caso sería el del día Viernes, ante esto se estableció las Figuras 24 y 25.

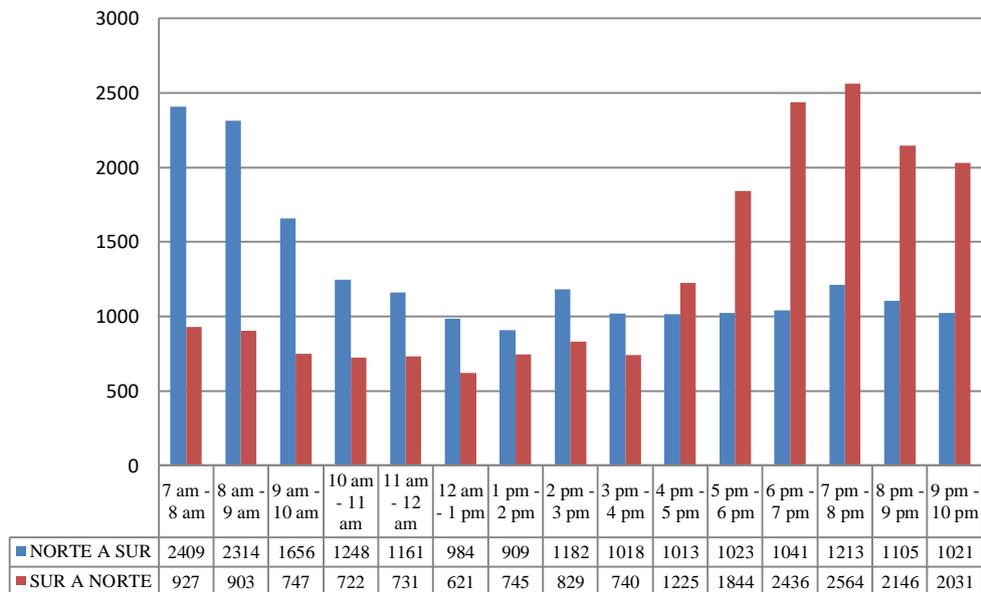


Figura 24: Distribución vehicular por horarios estación Tomás Valle

Fuente: Elaboración propia

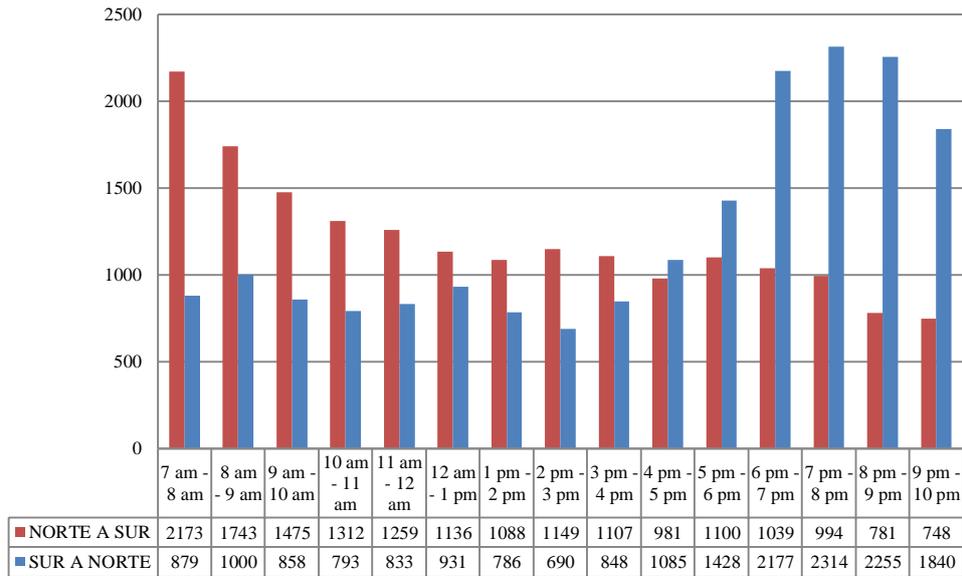


Figura 25: Distribución vehicular por horarios estación UNI

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizado los gráficos de tráfico vehicular se procedió a calcular la cantidad total de vehículos que hay en la vía en ambos sentidos para ambas estaciones durante todo el tiempo de la toma de datos como se muestran en las Tablas 81, 82,83 y 84 con ello también se realizó los gráficos mostrados en las Figuras 26, 27,28 y 29, de manera que sea más representativo la distribución vehicular obtenida.

Tabla 81: Vehículos - estación Tomas Valle, Norte a Sur

Tipo de Vehiculo	TOTAL
Bus Metropolitano	1197
Motocicleta	571
Mototaxi	119
Auto	7059
Taxi	7067
Combi	1605
Microbus	1303
Bus	277
Camion de Carga	99
TOTAL	19297

Fuente: Elaboración propia

Tabla 82: Vehículos- estación Tomas Valle, Sur a Norte

Tipo de Vehiculo	TOTAL
Bus Metropolitano	1350
Motocicleta	1100
Mototaxi	241
Auto	7021
Taxi	5458
Combi	1659
Microbus	1473
Bus	525
Camion de Carga	384
TOTAL	19211

Fuente: Elaboración propia

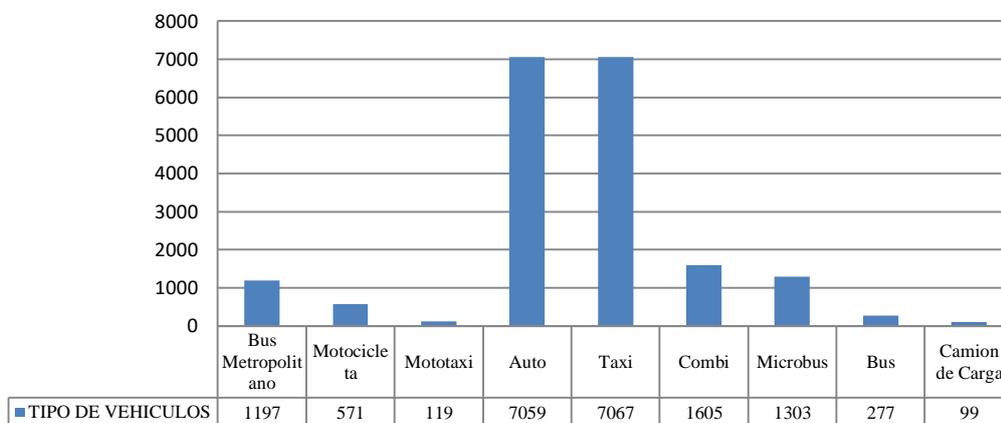


Figura 26: Distribución vehicular estación Tomás Valle, Norte a sur

Fuente: Elaboración propia

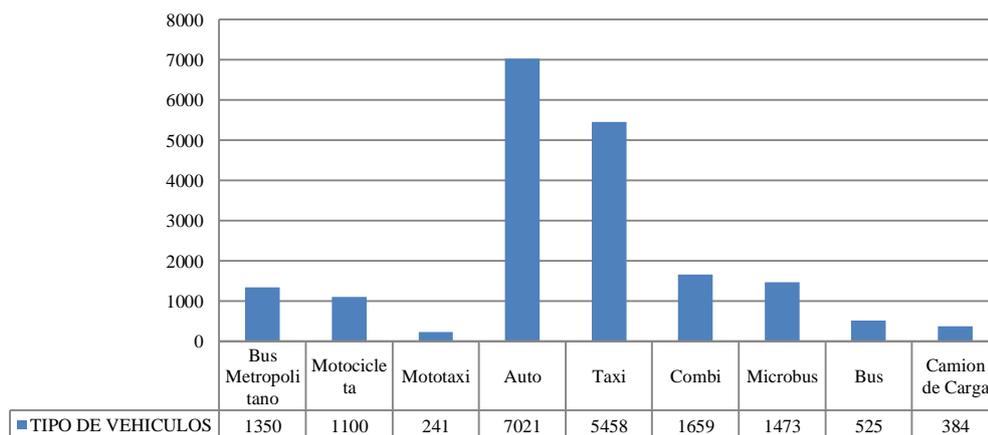


Figura 27: Distribución vehicular estación Tomás Valle, Sur a Norte

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 83: Vehículos - estación UNI, Norte a Sur

Tipo de Vehiculo	TOTAL
Bus Metropolitano	1172
Motocicleta	1266
Mototaxi	238
Auto	7210
Taxi	5061
Combi	1264
Microbus	810
Bus	611
Camion de Carga	453
TOTAL	18085

Fuente: Elaboración propia

Tabla 84: Vehículos - estación UNI, Sur a Norte

Tipo de Vehiculo	TOTAL
Bus Metropolitano	1350
Motocicleta	1184
Mototaxi	113
Auto	6577
Taxi	4859
Combi	1704
Microbus	1628
Bus	635
Camion de Carga	667
TOTAL	18717

Fuente: Elaboración propia

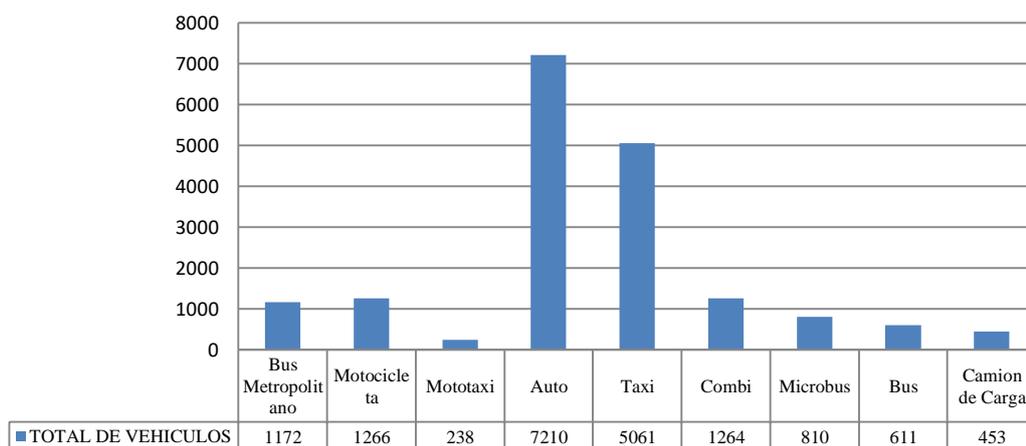


Figura 28: Distribución vehicular estación UNI, Norte a Sur

Fuente: Elaboración propia

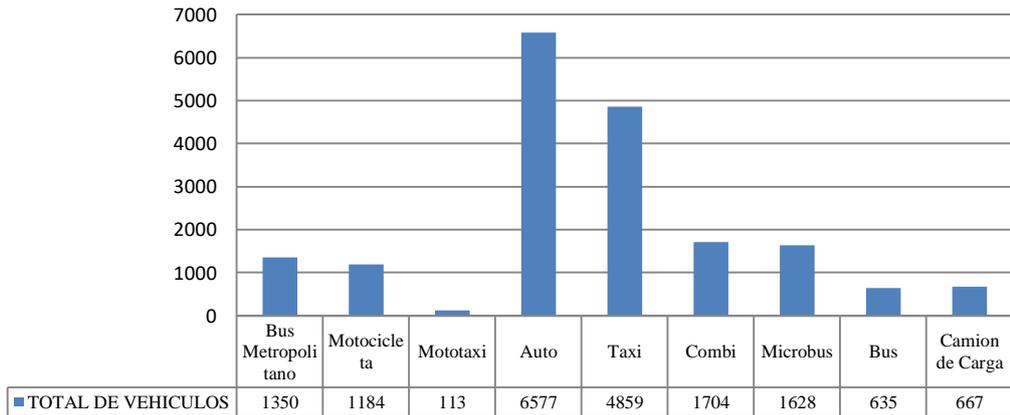


Figura 29: Distribución vehicular estación UNI, Sur a Norte

Fuente: Elaboración Propia

Una vez analizado los gráficos obtenidos podemos verificar que actualmente existe una gran demanda de Autos y Taxis en la zona de estudio.

5.3 Simulación de tráfico en el software SUMO

Teniendo la información antes presentada se ha procedido a realizar la simulación de tráfico en el software SUMO (Simulation of Urban Mobility) el cual trabaja con un lenguaje de programación de Python.

En primer lugar se utilizó el software OpenStreetMap con él se obtuvo la red vial de la zona de estudio este siendo en formato .OSM como se muestra en la Figura 30

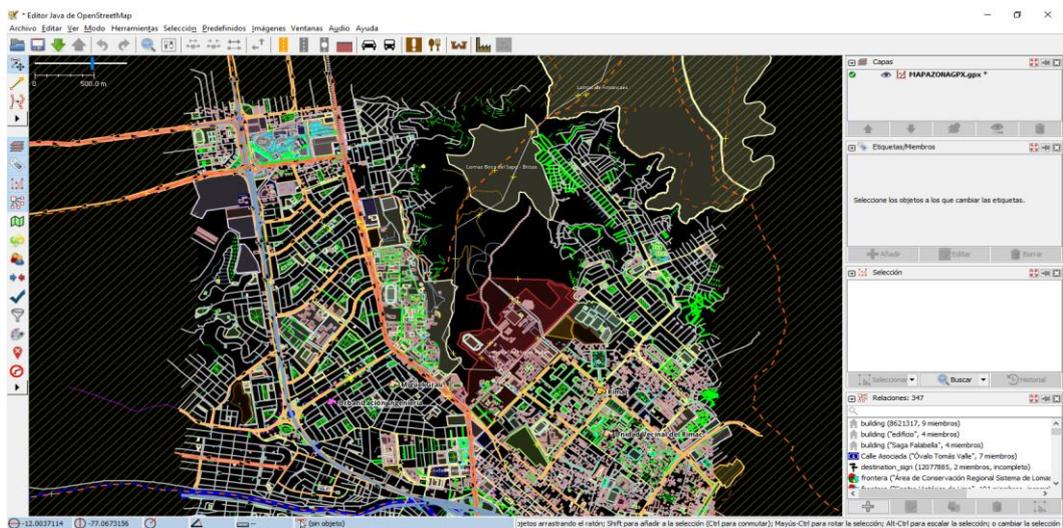


Figura 30: Zona de estudios y vías

Fuente: Elaboración propia con Software OpenStreetMap

Una vez obtenido los datos del OpenStreetMap se exportó e ingresó esos datos en el software SUMO y así se generó la red vial de la zona de estudio como se muestra en la Figura 31.

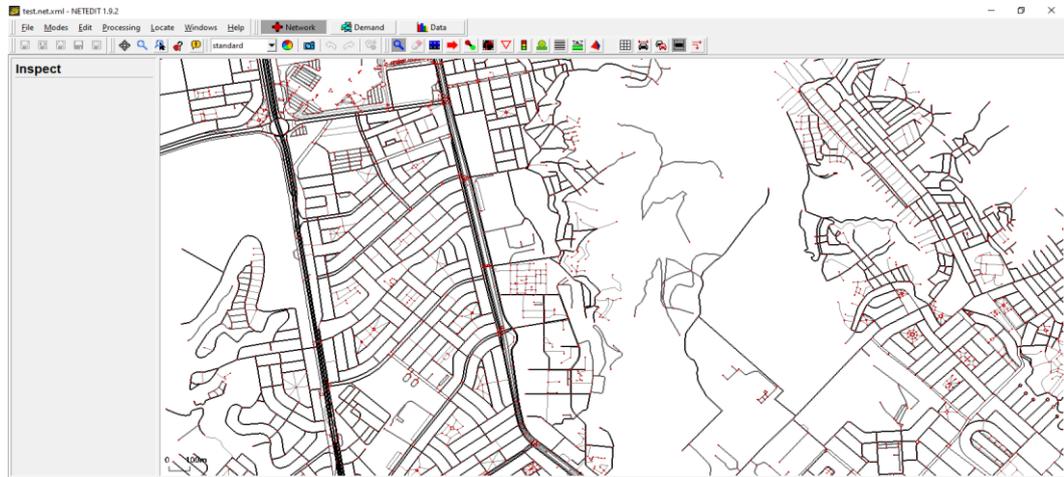


Figura 31: Vías de la Avenida Túpac Amaru y aledañas

Fuente: Elaboración propia con Software SUMO (Simulation of Urban Mobility)

De igual manera, se estableció los semáforos a lo largo de la zona de estudio con la finalidad de proveer las alternativas de desvío y cambio del ciclo semaforización, de tal manera que sea lo más cercano a la realidad actual de la zona de estudio como se observa en la Figura 32.

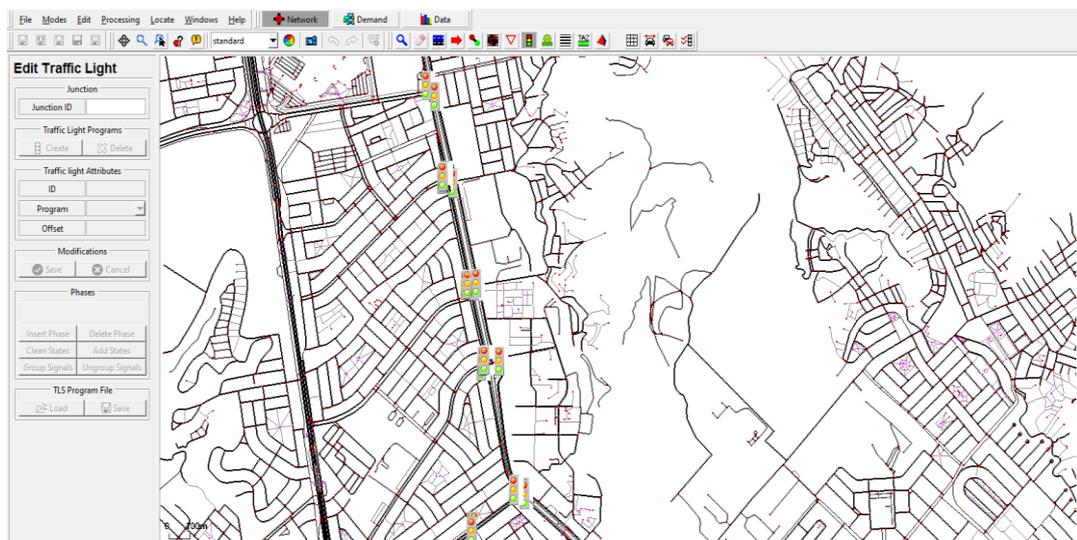


Figura 32: Vías de la Avenida de la Túpac Amaru con semaforización

Fuente: Elaboración propia con software SUMO (Simulation of Urban Mobility)

Luego se ingresó la cantidad de demanda vehicular que hay en ambos sentidos de la vía y esto es respecto al estudio de tráfico realizado con su respectiva clasificación de tipo de vehículo tomando en las diferentes estaciones como se según la sección 5.1. Esto se observa en la Figura 33.

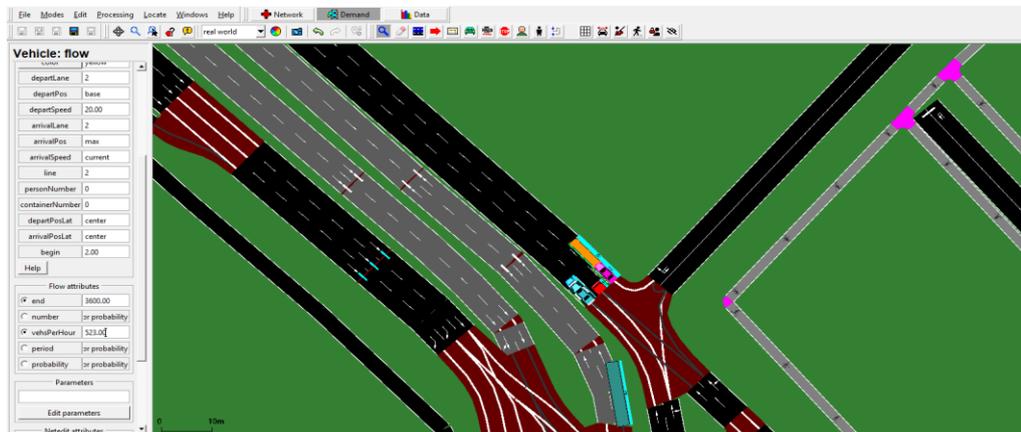


Figura 33: Configuración de participación de vehículos

Fuente: Elaboración propia con Software SUMO (Simulation of Urban Mobility)

Una vez realizado las configuraciones antes mencionadas se procedió a correr la simulación, lo que permitió analizar los tiempos de semaforización y las posibles rutas de desvío de la avenida Túpac Amaru, principalmente en las horas de mayor tráfico, como se observa en las Figuras 34,35 y 36.

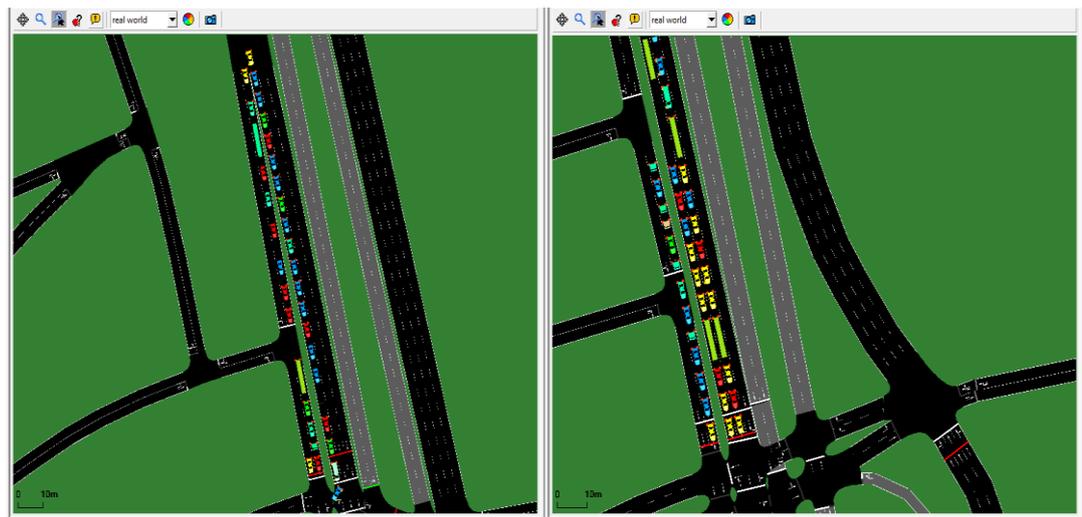


Figura 34: Simulación de los vehículos de la zona de estudio

Fuente: Elaboración propia con software SUMO (Simulation of Urban Mobility)

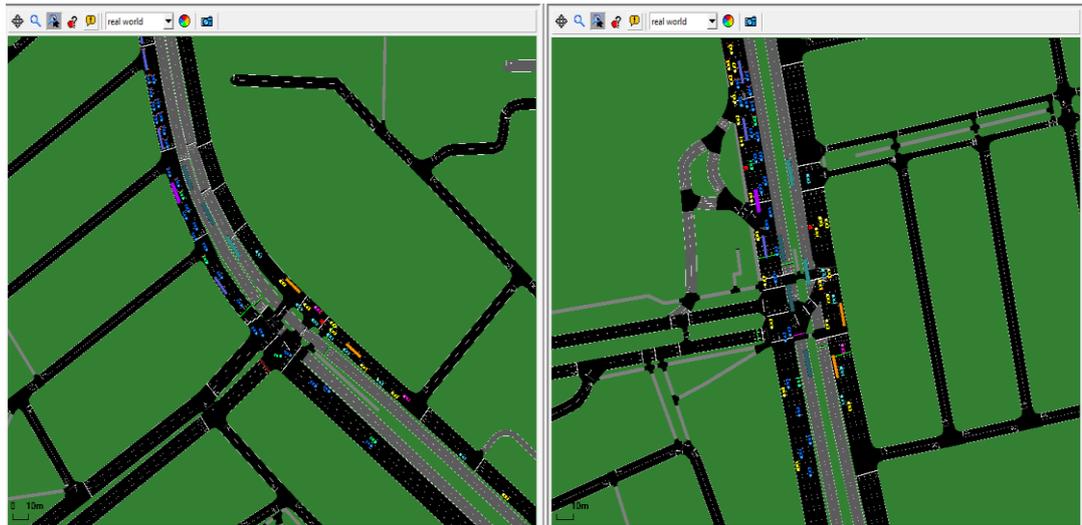


Figura 35: Simulación de tráfico vehicular vía Túpac Amaru 7:00 am a 8:00am
 Fuente: Elaboración propia con Software SUMO (Simulation of Urban Mobility)

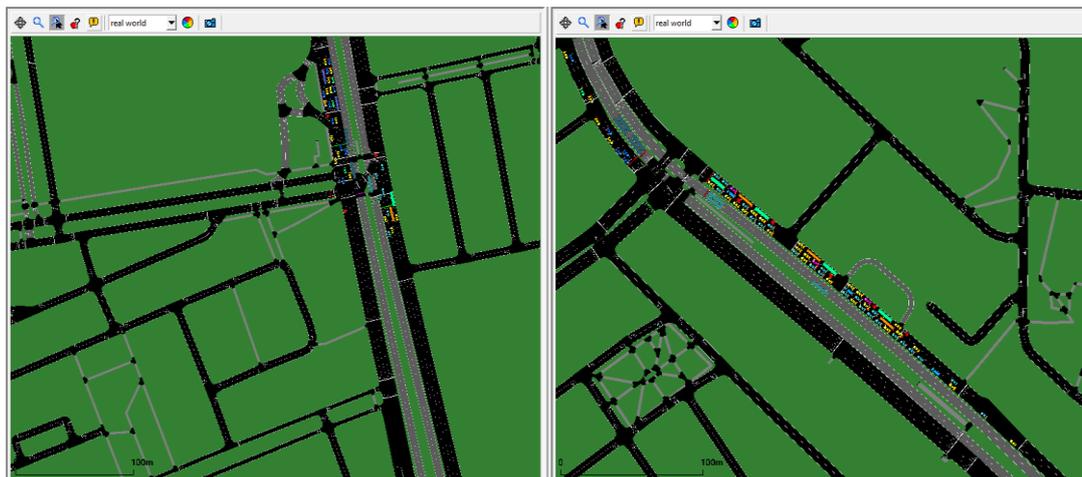


Figura 36: Simulación de tráfico vehicular, Túpac Amaru 7:00 a 8:00pm
 Fuente: Elaboración propia con Software SUMO (Simulation of Urban Mobility)

5.4 Análisis de niveles de servicio de las vías

Para obtener los niveles de servicio de la zona de estudio, primero se debió obtener el Factor de Hora punta respecto Flujo vehicular y la intensidad de los 15 minutos que tienen mayor cantidad vehicular, que para este estudio según la sección 5.2 estos horarios son de 7 am hasta 8 am en el sentido de Norte a Sur y de 7 pm a 8 pm de Sur a Norte. Tomando los datos de las estaciones de Tomas Valle y UNI, además de las entradas que son las avenidas, Tomas Valle, Miguel Angel, Fray Bartolome, Vicente Nicolini, Honorio Delgado y Eduardo de Habich.

Para la estación Tomas Valle se analizó el tráfico vehicular de 7:00 am a 8:00 am obteniendo así, el total de vehículos que circulan en ese lapso de hora y su porcentaje en relación al tipo de vehículo como se muestra en la Tabla 85.

Tabla 85: Distribución vehicular -Tomas Valle 7:00am - 8:00am

DISTRIBUCIÓN VEHICULAR 7:00 am - 8:00 am				
Tipo de Vehículo	NORTE A SUR	%	SUR A NORTE	%
Bus Metropolitano	115	4.77	50	5.39
Motocicleta	102	4.23	28	3.02
Mototaxi	8	0.33	10	1.08
Auto	856	35.53	326	35.17
Taxi	932	38.69	292	31.50
Combi	195	8.09	100	10.79
Microbus	158	6.56	98	10.57
Bus	38	1.58	18	1.94
Camion de Carga	5	0.21	5	0.54
Total	2409	100.00	927	100.00

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se procedió realizar las tablas de medición vehicular cada 15 minutos para obtener la intensidad vehicular en la estación Tomas Valle tanto de Norte a Sur como de Sur a Norte, como se muestra en las Tablas 86, 87, 88 y 89.

Tabla 86: Tráfico Vehicular 7:00 a 7:15 am estación Tomas Valle

TIPO DE VEHICULOS	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Bus Metropolitano	36	20	56
Motocicleta	25	10	35
Mototaxi	1	3	4
Auto	220	102	322
Taxi	302	85	387
Combi	55	32	87
Microbus	50	35	85
Bus	15	8	23
Camion de Carga	2	2	4
TOTAL	706	297	1003

Fuente: Elaboración propia

Tabla 87: Tráfico Vehicular 7:15 a 7:30am, estación Tomas Valle

TIPO DE VEHICULOS	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Bus Metropolitano	30	10	40
Motocicleta	20	7	27
Mototaxi	3	3	6
Auto	210	97	307
Taxi	225	81	306
Combi	50	25	75
Microbus	40	26	66
Bus	8	6	14
Camion de Carga	1	1	2
TOTAL	587	256	843

Fuente: Elaboración propia

Tabla 88: Tráfico Vehicular 7:30 a 7:45 am, estación Tomas Valle

TIPO DE VEHICULOS	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Bus Metropolitano	28	10	38
Motocicleta	27	6	33
Mototaxi	1	2	3
Auto	211	62	273
Taxi	200	65	265
Combi	45	23	68
Microbus	35	20	55
Bus	8	3	11
Camion de Carga	1	2	3
TOTAL	556	193	749

Fuente: Elaboración propia

Tabla 89: Tráfico Vehicular 7:45 a 8:00am estación Tomas Valle

TIPO DE VEHICULOS	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Bus Metropolitano	21	10	31
Motocicleta	30	5	35
Mototaxi	3	2	5
Auto	215	65	280
Taxi	205	61	266
Combi	45	20	65
Microbus	33	17	50
Bus	7	1	8
Camion de Carga	1	0	1
TOTAL	560	181	741

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizado el análisis se pudo obtener que la mayor cantidad de vehículos transitan es de 7:00 am a 7:15 am siendo su intensidad 1003 vehículos. A continuación se muestra el Factor de Hora Punta obtenido en la Tabla 90.

Tabla 90: Factor de Hora Punta estación Tomas Valle 7:00 a 8:00am

FACTOR DE HORA PUNTA	
IHP	3336
I 15	1003
FHP	0.83

Fuente: Elaboración propia

Para la estación UNI se analizó el tráfico vehicular de 7:00 am a 8:00 am obteniendo así el total de vehículos que circulan en ese lapso de hora y su porcentaje en relación al tipo de vehículo, como se observó en la Tabla 91.

Tabla 91: Distribución vehicular estación UNI 7:00 – 8:00am

DISTRIBUCIÓN VEHICULAR 7:00 am - 8:00 am				
Tipo de Vehículo	NORTE A SUR	%	SUR A NORTE	%
Bus Metropolitano	115	5.29	50	5.69
Motocicleta	136	6.26	42	4.78
Mototaxi	23	1.06	2	0.23
Auto	897	41.28	329	37.43
Taxi	723	33.27	218	24.80
Combi	145	6.67	125	14.22
Microbus	52	2.39	95	10.81
Bus	39	1.79	15	1.71
Camion de Carga	43	1.98	3	0.34
Total	2173	100.00	879	100.00

Fuente: Elaboración propia

A continuación se procedió a obtener el Factor de Hora Punta midiendo la cantidad de vehículos que transitan cada 15 minutos dentro del horario de 7:00 a 8:00 am, como se muestra en las Tablas 92,93,94 y 95.

Tabla 92: Tráfico Vehicular 7:00 a 7:15 am estación UNI

TIPO DE VEHICULOS	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Bus Metropolitano	30	15	45
Motocicleta	35	8	43
Mototaxi	7	0	7
Auto	235	90	325
Taxi	195	62	257
Combi	45	32	77
Microbus	16	18	34
Bus	15	3	18
Camion de Carga	16	2	18
TOTAL	594	230	824

Fuente: Elaboración propia

Tabla 93: Tráfico Vehicular 7:15 a 7:30am, estación UNI

TIPO DE VEHICULOS	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Bus Metropolitano	30	15	45
Motocicleta	36	15	51
Mototaxi	7	0	7
Auto	225	85	310
Taxi	184	50	234
Combi	40	38	78
Microbus	15	25	40
Bus	11	3	14
Camion de Carga	15	0	15
TOTAL	563	231	794

Fuente: Elaboración propia

Tabla 94: Distribución Vehicular 7:30 a 7:45 am – Estación UNI

TIPO DE VEHICULOS	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Bus Metropolitano	30	10	40
Motocicleta	34	10	44
Mototaxi	6	1	7
Auto	220	80	300
Taxi	177	55	232
Combi	39	30	69
Microbus	13	27	40
Bus	7	5	12
Camion de Carga	7	0	7
TOTAL	533	218	751

Fuente: Elaboración propia

Tabla 95: Distribución Vehicular 7:45 a 8:00am, estación UNI

TIPO DE VEHICULOS	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Bus Metropolitano	25	10	35
Motocicleta	31	9	40
Mototaxi	3	1	4
Auto	217	74	291
Taxi	167	51	218
Combi	21	25	46
Microbus	8	25	33
Bus	6	4	10
Camion de Carga	5	1	6
TOTAL	483	200	683

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenido la intensidad vehicular cada 15 minutos se obtiene que el mayor desplazamiento de vehículos ocurrió en el horario de 7:00 am a 7:15 am, siendo su intensidad de 824 vehículos, a continuación se muestra el Factor de Hora Punta obtenido en la Tabla 96.

Tabla 96: Factor de Hora Punta estación UNI 7:00 a 8:00am

FACTOR DE HORA PUNTA	
IHP	3052
I 15	824
FHP	0.93

Fuente: Elaboración propia

A continuación para la estación Tomas Valle se analizó el tráfico vehicular de 7:00 pm a 8:00 pm obteniendo así el total de vehículos que circulan en ese lapso de esa hora y su porcentaje en relación al tipo de vehículo, tal como se muestra en la Tabla 97.

Tabla 97: Trafico estación Tomas Valle 7:00pm – 8:00pm

DISTRIBUCIÓN VEHICULAR 7:00 pm - 8:00 pm				
Tipo de Vehiculo	NORTE A SUR	%	SUR A NORTE	%
Bus Metropolitano	113	9.32	155	6.05
Motocicleta	62	5.11	215	8.39
Mototaxi	10	0.82	10	0.39
Auto	435	35.86	785	30.62
Taxi	378	31.16	893	34.83
Combi	104	8.57	139	5.42
Microbus	95	7.83	137	5.34
Bus	15	1.24	136	5.30
Camion de Carga	1	0.08	94	3.67
Total	1213	100.00	2564	100.00

Fuente: Elaboración propia

A continuación se procedió a obtener el Factor de Hora Punta, a través de la medición de la cantidad vehicular que transita cada 15 minutos dentro del horario de 7:00 pm a 8:00 pm como se muestra en las Tablas 98,99,100 y 101.

Tabla 98: Tráfico Vehicular 7:00 a 7:15pm, estación Tomas Valle

TIPO DE VEHICULOS	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Bus Metropolitano	40	45	85
Motocicleta	20	55	75
Mototaxi	4	0	4
Auto	120	250	370
Taxi	112	255	367
Combi	35	44	79
Microbus	32	45	77
Bus	5	40	45
Camion de Carga	1	30	31
TOTAL	369	764	1133

Fuente: Elaboración propia

Tabla 99: Tráfico Vehicular 7:15 a 7:30pm estación Tomas Valle

TIPO DE VEHICULOS	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Bus Metropolitano	35	45	80
Motocicleta	15	55	70
Mototaxi	2	5	7
Auto	111	200	311
Taxi	112	225	337
Combi	27	30	57
Microbus	25	35	60
Bus	4	35	39
Camion de Carga	0	22	22
TOTAL	331	652	983

Fuente: Elaboración propia

Tabla 100: Tráfico Vehicular 7:30 a 7:45pm estación Tomas Valle

TIPO DE VEHICULOS	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Bus Metropolitano	23	35	58
Motocicleta	15	55	70
Mototaxi	3	0	3
Auto	102	185	287
Taxi	98	213	311
Combi	20	30	50
Microbus	18	33	51
Bus	4	32	36
Camion de Carga	0	22	22
TOTAL	283	605	888

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 101: Tráfico Vehicular 7:45 a 8:00pm estación Tomas Valle

TIPO DE VEHICULOS	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Bus Metropolitano	15	30	45
Motocicleta	12	50	62
Mototaxi	1	5	6
Auto	102	150	252
Taxi	56	200	256
Combi	22	35	57
Microbus	20	24	44
Bus	2	29	31
Camion de Carga	0	20	20
TOTAL	230	543	773

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenido la intensidad vehicular cada 15 minutos se obtiene que el mayor desplazamiento de vehículos ocurrió en el horario de 7:00 pm a 7:15 pm, siendo

su intensidad de 1133 vehículos, a continuación se muestra el Factor de Hora Punta obtenido en la Tabla 102.

Tabla 102: Factor de Hora Punta- Estación Tomas Valle 7:00 a 8:00pm

FACTOR DE HORA PUNTA	
IHP	3777
I 15	1133
FHP	0.83

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se procedió a analizar la cantidad total de vehículos que transitan en la estación UNI de 7:00 a 8:00 pm con su respectivo porcentaje, tal y como se muestra en la Tabla 103.

Tabla 103: Tráfico estación UNI 7:00 – 8:00pm

Tipo de Vehículo	DISTRIBUCIÓN VEHICULAR 7:00 pm - 8:00 pm			
	NORTE A SUR	%	SUR A NORTE	%
Bus Metropolitano	113	11.37	155	6.70
Motocicleta	70	7.04	228	9.85
Mototaxi	31	3.12	12	0.52
Auto	404	40.64	821	35.48
Taxi	206	20.72	592	25.58
Combi	84	8.45	139	6.01
Microbus	24	2.41	137	5.92
Bus	24	2.41	136	5.88
Camión de Carga	38	3.82	94	4.06
Total	994	100.00	2314	100.00

Fuente: Elaboración propia

Se procedió a obtener la intensidad vehicular cada 15 minutos en el horario de 7:00 pm a 8:00 pm como se muestra en las tablas 104,105,106 y 107, de esta manera se calculó el Factor de Hora Punta.

Tabla 104: Tráfico Vehicular 7:00 a 7:15pm estación UNI

TIPO DE VEHICULOS	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Bus Metropolitano	40	42	82
Motocicleta	15	60	75
Mototaxi	5	3	8
Auto	109	240	349
Taxi	58	162	220
Combi	20	42	62
Microbus	8	35	43
Bus	7	28	35
Camion de Carga	10	28	38
TOTAL	272	640	912

Fuente: Elaboración propia

Tabla 105: Tráfico Vehicular 7:15 a 7:30 pm – Estación UNI

TIPO DE VEHICULOS	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Bus Metropolitano	35	37	72
Motocicleta	18	54	72
Mototaxi	10	4	14
Auto	105	220	325
Taxi	48	145	193
Combi	21	35	56
Microbus	5	31	36
Bus	5	35	40
Camion de Carga	8	21	29
TOTAL	255	582	837

Fuente: Elaboración propia

Tabla 106: Tráfico Vehicular 7:30 a 7:45 pm estación UNI

TIPO DE VEHICULOS	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Bus Metropolitano	21	35	56
Motocicleta	19	58	77
Mototaxi	13	3	16
Auto	100	207	307
Taxi	50	145	195
Combi	18	32	50
Microbus	5	38	43
Bus	8	38	46
Camion de Carga	9	21	30
TOTAL	243	577	820

Fuente: Elaboración propia

Tabla 107: Tráfico Vehicular 7:45 a 8:00pm estación UNI

TIPO DE VEHICULOS	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Bus Metropolitano	17	41	58
Motocicleta	18	56	74
Mototaxi	3	2	5
Auto	90	154	244
Taxi	50	140	190
Combi	25	30	55
Microbus	6	33	39
Bus	4	35	39
Camion de Carga	11	24	35
TOTAL	224	515	739

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo que la mayor intensidad vehicular sucedió en el horario de 7:00 pm a 7:15 pm, teniendo 912 vehículos dentro de ese horario. A continuación se procedió a obtener el Factor de Hora Punta tal y como se muestra en la Tabla 108.

Tabla 108: Factor de Hora Punta estación UNI 7:00 a 8:00pm

FACTOR DE HORA PUNTA	
IHP	3308
I 15	912
FHP	0.91

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 72 muestra el total de vehículos que transitan en la avenida Tomas Valle, respecto a esta tabla se procedió a obtener la intensidad vehicular de la avenida y así poder calcular el Factor de Hora Punta, como se muestran en las Tablas 109,110,111 y 112.

Tabla 109: Estudio de Tráfico Vehicular Av. Tomas Valle 7:00 – 7:15 am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC AMARU	DIRECCIÓN PANAMERICANA	TOTAL
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	20	10	30
Mototaxi	10	8	18
Auto	25	25	50
Taxi	20	30	50
Combi	12	5	17
Microbus	8	10	18
Bus	2	0	2
Camion de Carga	9	6	15
TOTAL	106	94	200

Fuente: Elaboración propia

Tabla 110: Estudio de Tráfico Vehicular Av. Tomas Valle 7:15 -7:30 am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC AMARU	DIRECCIÓN PANAMERICANA	TOTAL
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	15	8	23
Mototaxi	8	8	16
Auto	25	18	43
Taxi	15	20	35
Combi	10	6	16
Microbus	8	7	15
Bus	1	0	1
Camion de Carga	6	1	7
TOTAL	88	68	156

Fuente: Elaboración propia

Tabla 111: Estudio de Tráfico Vehicular Av. Tomas Valle 7:30 – 7:45 am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC AMARU	DIRECCIÓN PANAMERICANA	TOTAL
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	10	5	15
Mototaxi	5	5	10
Auto	15	15	30
Taxi	10	20	30
Combi	5	2	7
Microbus	5	5	10
Bus	1	0	1
Camion de Carga	5	3	8
TOTAL	56	55	111

Fuente: Elaboración propia

Tabla 112: Estudio de Tráfico Vehicular Av. Tomas Valle 7:45 – 8:00 am

TIPO DE VEHICULOS	DIRECCIÓN		TOTAL
	HACIA LA TUPAC AMARU	PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	10	3	13
Mototaxi	5	4	9
Auto	14	10	24
Taxi	10	16	26
Combi	8	2	10
Microbus	4	6	10
Bus	1	0	1
Camion de Carga	5	4	9
TOTAL	57	45	102

Fuente: Elaboración propia

En la avenida Tomas Valle cuenta con una intensidad de 200 vehículos en el horario de 7:00 am a 7:15 am, a continuación se procedió a calcular el Factor de Hora Punta como se muestra en la Tabla 113.

Tabla 113: Factor de Hora Punta Av. Tomas Valle. 7:00 – 8:00 am

FACTOR DE HORA PUNTA	
IHP	569
I 15	200
FHP	0.71

Fuente: Elaboración propia

Tal y como se muestra en la Tabla 73 que son los datos de los vehículos que transitan por la avenida Miguel Angel se procedió a obtener la intensidad vehicular de la vía cada 15 minutos y así poder conseguir el Factor de Hora Punta como se muestra en las Tablas 114,115,116 y 117

Tabla 114: Tráfico Vehicular Av. Miguel Angel 7:00 – 7:15am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC AMARU	DIRECCIÓN	
		PANAMERICANA	TOTAL
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	5	2	7
Mototaxi	4	4	8
Auto	10	6	16
Taxi	8	8	16
Combi	0	0	0
Microbus	0	0	0
Bus	2	1	3
Camion de Carga	1	3	4
TOTAL	30	24	54

Fuente: Elaboración propia

Tabla 115: Tráfico Vehicular Av. Miguel Angel 7:15 – 7:30am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC AMARU	DIRECCIÓN	
		PANAMERICANA	TOTAL
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	4	1	5
Mototaxi	3	2	5
Auto	8	2	10
Taxi	6	4	10
Combi	0	0	0
Microbus	0	0	0
Bus	1	0	1
Camion de Carga	1	1	2
TOTAL	23	10	33

Fuente: Elaboración propia

Tabla 116: Tráfico Vehicular Av. Miguel Angel 7:30 – 7:45am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC AMARU	DIRECCIÓN	
		PANAMERICANA	TOTAL
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	4	1	5
Mototaxi	3	2	5
Auto	7	5	12
Taxi	5	3	8
Combi	0	0	0
Microbus	0	0	0
Bus	2	1	3
Camion de Carga	1	2	3
TOTAL	22	14	36

Fuente: Elaboración propia

Tabla 117: Tráfico Vehicular Av. Miguel Angel 7:45 – 8:00 am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC AMARU	DIRECCIÓN	
		PANAMERICANA	TOTAL
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	2	1	3
Mototaxi	2	1	3
Auto	6	2	8
Taxi	8	4	12
Combi	0	0	0
Microbus	0	0	0
Bus	1	0	1
Camion de Carga	0	2	2
TOTAL	19	10	29

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo que la mayor intensidad vehicular fue de 7:00 am a 7:15 am siendo 54 vehículos, a continuación se procedió a calcular el Factor de Hora Punta de la avenida como se observa en la Tabla 118.

Tabla 118: Factor de Hora Punta – Estación Av. Miguel Angel 7:00 a 8:00 am

FACTOR DE HORA PUNTA	
IHP	152
I 15	54
FHP	0.70

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 74 muestra el total de vehículos que transitan en la avenida Fray Bartolome, a continuación se procedió a obtener la intensidad vehicular cada 15 minutos y así obtener el Factor de Hora Punta, como se observa en las Tablas 119,120,121 y 122.

Tabla 119: Tráfico Vehicular Av. Fray Bartolome 7:00 – 7:15am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC AMARU	DIRECCIÓN PANAMERICANA	TOTAL
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	20	15	35
Mototaxi	13	26	39
Auto	24	32	56
Taxi	20	22	42
Combi	0	0	0
Microbus	0	4	4
Bus	0	0	0
Camion de Carga	5	10	15
TOTAL	82	109	191

Fuente: Elaboración propia

Tabla 120: Tráfico Vehicular Av. Fray Bartolome 7:15 – 7:30am

TIPO DE VEHICULOS	DIRECCIÓN		TOTAL
	HACIA LA TUPAC AMARU	PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	15	13	28
Mototaxi	10	25	35
Auto	20	30	50
Taxi	15	22	37
Combi	0	0	0
Microbus	0	2	2
Bus	0	0	0
Camion de Carga	5	5	10
TOTAL	65	97	162

Fuente: Elaboración propia

Tabla 121: Tráfico Vehicular Av. Fray Bartolome 7:30 – 7:45 am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC	DIRECCIÓN	TOTAL
	AMARU	PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	14	8	22
Mototaxi	10	25	35
Auto	14	23	37
Taxi	12	20	32
Combi	0	0	0
Microbus	0	2	2
Bus	0	0	0
Camion de Carga	4	5	9
TOTAL	54	83	137

Fuente: Elaboración propia

Tabla 122: Tráfico Vehicular Av. Fray Bartolome 7:45 – 8:00 am

TIPO DE VEHICULOS	DIRECCIÓN		TOTAL
	HACIA LA TUPAC AMARU	PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	13	6	19
Mototaxi	10	19	29
Auto	15	20	35
Taxi	15	14	29
Combi	0	0	0
Microbus	0	2	2
Bus	0	0	0
Camion de Carga	4	6	10
TOTAL	57	67	124

Fuente: Elaboración propia

La avenida Fray Bartolome cuenta con una intensidad máxima de 191 vehículos en el horario de 7:00 am a 7:15 am. A continuación se procedió a calcular el Factor de Hora Punta como se observa en la Tabla 123.

Tabla 123: Factor de Hora Punta- Estación Av. Fray Bartolome 7:00-8:00 am

FACTOR DE HORA PUNTA	
IHP	614
I 15	191
FHP	0.80

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 75 muestra el total de vehículos que transitan en la avenida Juan Vicente Nicolini, a continuación se procedió a obtener la intensidad vehicular y así obtener el Factor de Hora Punta como se muestra en las Tablas 124, 125, 126 y 127.

Tabla 124: Tráfico Vehicular Av. Juan Vicente Nicolini - 7:00 – 7:15 am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC AMARU	DIRECCIÓN PANAMERICANA	TOTAL
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	0	6	6
Mototaxi	0	0	0
Auto	6	12	18
Taxi	5	8	13
Combi	2	0	2
Microbus	0	0	0
Bus	0	0	0
Camion de Carga	1	2	3
TOTAL	14	28	42

Fuente: Elaboración propia

Tabla 125: Tráfico Vehicular Av. Juan Vicente Nicolini - 7:15 – 7:30 am

TIPO DE VEHICULOS	DIRECCIÓN		TOTAL
	HACIA LA TUPAC AMARU	PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	1	5	6
Mototaxi	0	0	0
Auto	5	11	16
Taxi	3	8	11
Combi	2	0	2
Microbus	0	0	0
Bus	0	0	0
Camion de Carga	1	3	4
TOTAL	12	27	39

Fuente: Elaboración propia

Tabla 126: Tráfico Vehicular Av. Juan Vicente Nicolini 7:30 – 7:45am

TIPO DE VEHICULOS	DIRECCIÓN		TOTAL
	HACIA LA TUPAC AMARU	PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	1	4	5
Mototaxi	0	0	0
Auto	5	9	14
Taxi	2	6	8
Combi	0	0	0
Microbus	0	0	0
Bus	0	0	0
Camion de Carga	0	1	1
TOTAL	8	20	28

Fuente: Elaboración propia

Tabla 127: Tráfico Vehicular Av. Juan Vicente Nicolini 7:45 – 8:00am

TIPO DE VEHICULOS	DIRECCIÓN		TOTAL
	HACIA LA TUPAC AMARU	PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	2	6	8
Mototaxi	0	0	0
Auto	5	8	13
Taxi	3	6	9
Combi	1	0	1
Microbus	0	0	0
Bus	0	0	0
Camion de Carga	0	1	1
TOTAL	11	21	32

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo que la mayor intensidad vehicular sucedió de 7:00 am a 7:15 am siendo de 42 vehículos. A continuación se procedió a obtener el Factor de Hora Punta como se observa en la Tabla 128.

Tabla 128: Factor de Hora Punta – Estación Av. Juan Vicente Nicolini

FACTOR DE HORA PUNTA	
IHP	141
I 15	42
FHP	0.84

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 76 muestra el total de vehículos que transitan en la avenida Honorio Delgado, a continuación se procedió a obtener la intensidad vehicular y así obtener el Factor de Hora Punta como se ven en las Tablas 129,130,131 y 132.

Tabla 129: Tráfico Vehicular Av. Honorio Delgado 7:00 – 7:15 am

TIPO DE VEHICULOS	DIRECCIÓN		TOTAL
	HACIA LA TUPAC AMARU	PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	2	1	3
Mototaxi	2	0	2
Auto	17	32	49
Taxi	4	9	13
Combi	1	0	1
Microbus	0	2	2
Bus	1	2	3
Camion de Carga	0	3	3
TOTAL	27	49	76

Fuente: Elaboración propia

Tabla 130: Tráfico Vehicular Av. Honorio Delgado 7:15 – 7:30 am

TIPO DE VEHICULOS	DIRECCIÓN		TOTAL
	HACIA LA TUPAC AMARU	PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	3	0	3
Mototaxi	1	1	2
Auto	15	25	40
Taxi	5	9	14
Combi	0	1	1
Microbus	0	2	2
Bus	0	0	0
Camion de Carga	0	4	4
TOTAL	24	42	66

Fuente: Elaboración propia

Tabla 131: Tráfico Vehicular Av. Honorio Delgado - 7:30 – 7:45 am

TIPO DE VEHICULOS	DIRECCIÓN		TOTAL
	HACIA LA TUPAC AMARU	PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	1	0	1
Mototaxi	1	1	2
Auto	15	25	40
Taxi	6	10	16
Combi	0	0	0
Microbus	0	1	1
Bus	2	0	2
Camion de Carga	0	2	2
TOTAL	25	39	64

Fuente: Elaboración propia

Tabla 132: Tráfico Vehicular Av. Honorio Delgado 7:45 – 8:00am

TIPO DE VEHICULOS	DIRECCIÓN		TOTAL
	HACIA LA TUPAC AMARU	PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	0	1	1
Mototaxi	1	0	1
Auto	15	23	38
Taxi	6	12	18
Combi	0	1	1
Microbus	0	2	2
Bus	0	0	0
Camion de Carga	0	3	3
TOTAL	22	42	64

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo del análisis que el horario de mayor intensidad es de 7:00 am a 7:15 am con una cantidad de 76 vehículos. A continuación, se calculó el Factor de Hora Punta según se observa en la Tabla 134.

Tabla 134: Factor de hora punta Av. Honorio Delgado 7:00 – 8:00 am

FACTOR DE HORA PUNTA	
IHP	270
I 15	76
FHP	0.89

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 77 muestran el total de vehículos que transitan por la avenida Eduardo de Habich, a continuación, se procedió a obtener la intensidad vehicular cada 15 minutos y así poder calcular Factor de Hora Punta como se observa en las Tablas 135,136,137 y 138.

Tabla 135: Tráfico Vehicular Av. Eduardo de Habich 7:00 – 7:15 am

TIPO DE VEHICULOS	DIRECCIÓN		TOTAL
	HACIA LA TUPAC AMARU	PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	3	0	3
Mototaxi	3	0	3
Auto	44	2	46
Taxi	26	4	30
Combi	1	0	1
Microbus	3	0	3
Bus	0	0	0
Camion de Carga	3	0	3
TOTAL	83	6	89

Fuente: Elaboración propia

Tabla 136: Tráfico Vehicular Av. Eduardo de Habich 7:15 – 7:30am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC AMARU	DIRECCIÓN	
		PANAMERICANA	TOTAL
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	2	0	2
Mototaxi	3	0	3
Auto	42	2	44
Taxi	18	2	20
Combi	0	0	0
Microbus	5	0	5
Bus	0	0	0
Camion de Carga	3	0	3
TOTAL	73	4	77

Fuente: Elaboración propia

Tabla 137: Tráfico Vehicular Av. Eduardo de Habich - 7:30 – 7:45am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC AMARU	DIRECCIÓN	
		PANAMERICANA	TOTAL
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	3	0	3
Mototaxi	3	0	3
Auto	35	5	40
Taxi	18	5	23
Combi	0	0	0
Microbus	5	0	5
Bus	0	0	0
Camion de Carga	3	0	3
TOTAL	67	10	77

Fuente: Elaboración propia

Tabla 138: Tráfico Vehicular Av. Eduardo de Habich 7:45 – 8:00am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC AMARU	DIRECCIÓN	
		PANAMERICANA	TOTAL
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	2	0	2
Mototaxi	1	0	1
Auto	40	3	43
Taxi	20	3	23
Combi	0	0	0
Microbus	5	0	5
Bus	0	0	0
Camion de Carga	2	0	2
TOTAL	70	6	76

Fuente: Elaboración propia

Una vez calculado el horario de mayor de Intensidad que es de 7:00 a 7:15 am el cual cuenta con 89 vehículos, a continuación se procedió a calcular el Factor de Hora Punta como se observa en la Tabla 139.

Tabla 139: Factor de Hora punta Av. Eduardo de Habich - 7:00 – 8:00 am

FACTOR DE HORA PUNTA	
IHP	319
I 15	89
FHP	0.90

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizado el análisis de Factor de Hora Punta en cada avenida se procedió a analizar los factores que poseen cada vía tal y como se observa en las Tablas 140 y 141.

- a) Carril: Se mide el número de carriles que posee la avenida y su sentido.
- b) Pesado (%): Es la cantidad de vehículos pesados que pasan por la vía analizada estas son obtenidas según el estudio de tráfico realizado en cada avenida y sentido.
- c) Pendiente (%): Es el porcentaje de inclinación que tiene la vía
- d) Estacionamiento: El estacionamiento hace referencia a la cantidad de vehículos que están estacionados dentro de un carril de la vía a lo largo del tiempo de estudio.
- e) Parada de Buses: Es la cantidad Buses, micros, combis que recogen y dejan pasajeros en la vía.

Tabla 140: Características de la vía principal según lo recopilado

Lugar	Carril	Pesado(%)	Pendiente(%)	Estacionamiento (V/h)	Parado de Buses/h	Tipo de Zona
Estación Tomas Valle Norte a Sur Mañana	4	0.21	1.3	0	270	Zona Urbana
Estación Tomas Valle Sur a Norte Mañana	4	0.54	1.3	4	85	Zona Urbana
Estación UNI Norte a Sur Mañana	4	1.98	1.3	8	210	Zona Urbana
Estación UNI Sur a Norte Mañana	3	0.34	1.3	0	115	Zona Urbana
Estación Tomas Valle Norte a Sur Noche	4	0.08	1.3	0	185	Zona Urbana
Estación Tomas Valle Sur a Norte Noche	4	3.67	1.3	6	146	Zona Urbana
Estación UNI Norte a Sur Noche	4	3.82	1.3	22	45	Zona Urbana
Estación UNI Sur a Norte Noche	3	4.06	1.3	0	115	Zona Urbana

Fuente: Elaboración propia

Tabla 141: Características de las vías aledañas según lo recopilado

Lugar	Carril	Pesado(%)	Pendiente(%)	Estacionamiento (V/h)	Parado de Buses/h	Tipo de Zona
Tomas Valle Mañana Hacia La Panamericana	2	5.34	0.6	5	22	Zona Urbana
Tomas Valle Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	2	8.14	0.6	8	15	Zona Urbana
Miguel Angel Mañana Hacia La Panamericana	2	13.79	0.1	7	0	Zona Urbana
Miguel Angel Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	2	3.19	0.1	5	0	Zona Urbana
Bartolome Mañana Hacia La Panamericana	2	7.30	0.1	2	0	Zona Urbana
Bartolome Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	3	6.98	0.1	8	0	Zona Urbana
Nicolini Mañana Hacia La Panamericana	2	7.29	0.15	2	0	Zona Urbana
Nicolini Mañana Hacia Av. Túpac Amaru	2	4.44	0.15	1	0	Zona Urbana
Honorio Delgado Mañana Hacia La Panamericana	2	6.98	0.5	0	0	Zona Urbana
Honorio Delgado Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	2	0.00	0.5	0	0	Zona Urbana
Habich Mañana Hacia La Panamericana	3	0.00	1.16	0	2	Zona Urbana
Habich Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	3	3.75	1.16	3	18	Zona Urbana

Fuente: Elaboración propia

Para obtener la capacidad real de la vía es necesario analizar cada uno de los factores que lo conforman, este nos permitió obtener los niveles de servicio, estos son:

Factor Verde de grupo de carriles (*fv*).

Este se factor mide la fase verde del carril respecto a su ciclo semafórico si es que la vía posee semáforo para su movilización, en caso de que la vía no posea semáforo, este tendrá el valor de 1. Esto se observa en las Tablas 142 y 143.

Formula:

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

Tabla 142: Fase verde - vía principal

LUGAR	FASE VERDE	CICLO TOTAL SEMAFORICO	fv
Estación Tomas Valle Norte a Sur Mañana	90	153	0.59
Estación Tomas Valle Sur a Norte Mañana	90	153	0.59
Estación UNI Norte a Sur Mañana	90	153	0.59
Estación UNI Sur a Norte Mañana	90	153	0.59
Estación Tomas Valle Norte a Sur Noche	80	147	0.54
Estación Tomas Valle Sur a Norte Noche	80	147	0.54
Estación UNI Norte a Sur Noche	90	153	0.59
Estación UNI Sur a Norte Noche	90	153	0.59

Fuente: Elaboración propia

Tabla 143: Fase verde – avenidas aledañas

LUGAR	FASE VERDE	CICLO TOTAL SEMAFORICO	fv
Tomas Valle Mañana Hacia La Panamericana	90	153	0.59
Tomas Valle Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	60	153	0.39
Miguel Angel Mañana Hacia La Panamericana	0	0	1.00
Miguel Angel Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	0	0	1.00
Bartolome Mañana Hacia La Panamericana	60	123	0.49
Bartolome Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	60	123	0.49
Nicolini Mañana Hacia La Panamericana	0	0	1.00
Nicolini Mañana Hacia Av. Túpac Amaru	0	0	1.00
Honorio Delgado Mañana Hacia La Panamericana	60	133	0.45
Honorio Delgado Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	25	130	0.19
Habich Mañana Hacia La Panamericana	90	153	0.59
Habich Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	45	148	0.30

Fuente Elaboración propia

Factor de Anchura de carril (fA)

Es el factor de corrección del Ancho del carril, en este caso se tomó el valor un carril más representativo como se muestra en las Tablas 146 y 147.

Formula:

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

Tabla 146: Factor de Anchura de Carril vía principal

LUGAR	A	fA
Estación Tomas Valle Norte a Sur Mañana	3.25	0.96
Estación Tomas Valle Sur a Norte Mañana	3.35	0.97
Estación UNI Norte a Sur Mañana	3.25	0.96
Estación UNI Sur a Norte Mañana	3.25	0.96
Estación Tomas Valle Norte a Sur Noche	3.25	0.96
Estación Tomas Valle Sur a Norte Noche	3.35	0.97
Estación UNI Norte a Sur Noche	3.25	0.96
Estación UNI Sur a Norte Noche	3.25	0.96

Fuente: Elaboración propia

Tabla 147: Factor de Anchura de Carril vías alternas

LUGAR	A	fA
Tomas Valle Mañana Hacia La Panamericana	3.25	0.96
Tomas Valle Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	3.25	0.96
Miguel Angel Mañana Hacia La Panamericana	3.25	0.96
Miguel Angel Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	3.25	0.96
Bartolome Mañana Hacia La Panamericana	3.25	0.96
Bartolome Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	3.25	0.96
Nicolini Mañana Hacia La Panamericana	3.25	0.96
Nicolini Mañana Hacia Av. Túpac Amaru	3.25	0.96
Honorio Delgado Mañana Hacia La Panamericana	3.25	0.96
Honorio Delgado Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	3.25	0.96
Habich Mañana Hacia La Panamericana	3.25	0.96
Habich Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	3.25	0.96

Fuente: Elaboración propia

Factor de Vehículos Pesados (fP)

Es la cantidad porcentual de vehículos pesados que pasan por cada vía como se muestra en las Tablas 148 y 149.

Formula:

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + \% HV}$$

Tabla 148: Factor de Vehículos Pesados- vía principal

Lugar	HV%	fHV
Estación Tomas Valle Norte a Sur Mañana	0.21	0.998
Estación Tomas Valle Sur a Norte Mañana	0.54	0.995
Estación UNI Norte a Sur Mañana	1.98	0.981
Estación UNI Sur a Norte Mañana	0.34	0.997
Estación Tomas Valle Norte a Sur Noche	0.08	0.999
Estación Tomas Valle Sur a Norte Noche	3.67	0.965
Estación UNI Norte a Sur Noche	3.82	0.963
Estación UNI Sur a Norte Noche	4.06	0.961

Fuente: Elaboración propia

Tabla 149: Factor Vehículos pesados-vías aledañas

Lugar	HV%	fHV
Tomas Valle Mañana Hacia La Panamericana	5.34	0.949
Tomas Valle Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	8.14	0.925
Miguel Angel Mañana Hacia La Panamericana	13.79	0.879
Miguel Angel Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	3.19	0.969
Bartolome Mañana Hacia La Panamericana	7.30	0.932
Bartolome Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	6.98	0.935
Nicolini Mañana Hacia La Panamericana	7.29	0.932
Nicolini Mañana Hacia Av. Túpac Amaru	4.44	0.957
Honorio Delgado Mañana Hacia La Panamericana	6.98	0.935
Honorio Delgado Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	0.00	1.000
Habich Mañana Hacia La Panamericana	0.00	1.000
Habich Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	3.75	0.964

Fuente: Elaboración propia

Factor de Inclinación (fi)

Es el factor respecto al porcentaje de inclinación de cada vía como se muestra en las Tablas 150 y 151.

Formula:

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

Tabla 150: Factor de inclinación de vía principal

Lugar	Pendiente%	fi
Estación Tomas Valle Norte a Sur Mañana	1.3	0.994
Estación Tomas Valle Sur a Norte Mañana	1.3	0.994
Estación UNI Norte a Sur Mañana	1.3	0.994
Estación UNI Sur a Norte Mañana	1.3	0.994
Estación Tomas Valle Norte a Sur Noche	1.3	0.994
Estación Tomas Valle Sur a Norte Noche	1.3	0.994
Estación UNI Norte a Sur Noche	1.3	0.994
Estación UNI Sur a Norte Noche	1.3	0.994

Fuente: Elaboración propia

Tabla 151: Factor de inclinación vías alternas

Lugar	Pendiente%	fi
Tomas Valle Mañana Hacia La Panamericana	0.6	0.997
Tomas Valle Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	0.6	0.997
Miguel Angel Mañana Hacia La Panamericana	0.1	1.000
Miguel Angel Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	0.1	1.000
Bartolome Mañana Hacia La Panamericana	0.1	1.000
Bartolome Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	0.1	1.000
Nicolini Mañana Hacia La Panamericana	0.15	0.999
Nicolini Mañana Hacia Av. Túpac Amaru	0.15	0.999
Honorio Delgado Mañana Hacia La Panamericana	0.5	0.998
Honorio Delgado Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	0.5	0.998
Habich Mañana Hacia La Panamericana	1.16	0.994
Habich Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	1.16	0.994

Fuente: Elaboración propia

Factor de Estacionamiento (fe)

El factor de estacionamiento es en base a la cantidad de vehículos que se encuentran estacionados dentro de los carriles de la vía como se observa en las Tablas 152 y 153

Formula:

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

Tabla 152: Factor de Estacionamiento vía principal

Lugar	Nº Carril	Nº Estacionamiento	fe
Estación Tomas Valle Norte a Sur Mañana	4	0	0.975
Estación Tomas Valle Sur a Norte Mañana	4	4	0.970
Estación UNI Norte a Sur Mañana	4	8	0.965
Estación UNI Sur a Norte Mañana	3	0	0.967
Estación Tomas Valle Norte a Sur Noche	4	0	0.975
Estación Tomas Valle Sur a Norte Noche	4	6	0.968
Estación UNI Norte a Sur Noche	4	22	0.948
Estación UNI Sur a Norte Noche	3	0	0.967

Fuente: Elaboración propia

Tabla 153: Factor de Estacionamiento vías aledañas

Lugar	Nº Carril	Nº Estacionamiento	fe
Tomas Valle Mañana Hacia La Panamericana	2	5	0.938
Tomas Valle Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	2	8	0.930
Miguel Angel Mañana Hacia La Panamericana	2	7	0.933
Miguel Angel Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	2	5	0.938
Bartolome Mañana Hacia La Panamericana	2	2	0.945
Bartolome Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	3	8	0.953
Nicolini Mañana Hacia La Panamericana	2	2	0.945
Nicolini Mañana Hacia Av. Túpac Amaru	2	1	0.948
Honorio Delgado Mañana Hacia La Panamericana	2	0	0.950
Honorio Delgado Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	2	0	0.950
Habich Mañana Hacia La Panamericana	3	0	0.967
Habich Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	3	3	0.962

Fuente: Elaboración propia

Factor de Parada de Autobús (fbb)

El factor de parada de autobús es respecto a la cantidad de combis, micros, buses que paran en la vía tanto para dejar y recoger pasajeros entre la cantidad del número de carriles, como se observa en las Tablas 154 y 155.

Formula:

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

Tabla 154: Factor de Paradas de Autobuses vía principal

Lugar	Nº autobuses	Nº Carril	fbb
Estación Tomas Valle Norte a Sur Mañana	270	4	0.730
Estación Tomas Valle Sur a Norte Mañana	85	4	0.915
Estación UNI Norte a Sur Mañana	210	4	0.790
Estación UNI Sur a Norte Mañana	115	3	0.847
Estación Tomas Valle Norte a Sur Noche	185	4	0.815
Estación Tomas Valle Sur a Norte Noche	146	4	0.854
Estación UNI Norte a Sur Noche	45	4	0.955
Estación UNI Sur a Norte Noche	115	3	0.847

Fuente: Elaboración propia

Tabla 155: Factor de Paradas de Autobuses vías aledañas

Lugar	Nº autobuses	Nº Carril	fbf
Tomas Valle Mañana Hacia La Panamericana	22	2	0.9560
Tomas Valle Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	15	2	0.9700
Miguel Angel Mañana Hacia La Panamericana	0	2	1.0000
Miguel Angel Mañana Hacia Lv Av. Túpac Amaru	0	2	1.0000
Bartolome Mañana Hacia La Panamericana	0	2	1.0000
Bartolome Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	0	3	1.0000
Nicolini Mañana Hacia La Panamericana	0	2	1.0000
Nicolini Mañana Hacia Av. Túpac Amaru	0	2	1.0000
Honorio Delgado Mañana Hacia La Panamericana	0	2	1.0000
Honorio Delgado Mañana Hacia Lv Av. Túpac Amaru	0	2	1.0000
Habich Mañana Hacia La Panamericana	2	3	0.9973
Habich Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	18	3	0.9760

Fuente: Elaboración propia

Factor de giro

El factor de giro es respecto al Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010).

Como se observa en las Tablas 156 y 157.

Tabla 156: Factor de giro vía principal

Lugar	GIRO IZQUIERDA	GIRO DERECHA
Estación Tomas Valle Norte a Sur Mañana	1	1
Estación Tomas Valle Sur a Norte Mañana	1	1
Estación UNI Norte a Sur Mañana	1	1
Estación UNI Sur a Norte Mañana	1	1
Estación Tomas Valle Norte a Sur Noche	1	1
Estación Tomas Valle Sur a Norte Noche	1	1
Estación UNI Norte a Sur Noche	1	1
Estación UNI Sur a Norte Noche	1	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 157: Factor de giro vías aledañas

Lugar	GIRO IZQUIERDA	GIRO DERECHA
Tomas Valle Mañana Hacia La Panamericana	1	0.85
Tomas Valle Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	1	0.85
Miguel Angel Mañana Hacia La Panamericana	1	0.85
Miguel Angel Mañana Hacia Lv Av. Túpac Amaru	1	0.85
Bartolome Mañana Hacia La Panamericana	1	0.85
Bartolome Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	1	0.85
Nicolini Mañana Hacia La Panamericana	1	0.85
Nicolini Mañana Hacia Av. Túpac Amaru	1	0.85
Honorio Delgado Mañana Hacia La Panamericana	1	0.85
Honorio Delgado Mañana Hacia Lv Av. Túpac Amaru	1	0.85
Habich Mañana Hacia La Panamericana	1	0.85
Habich Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	1	0.85

Fuente: Elaboración propia

Capacidad Vehicular

Una vez obtenido los valores de los factores es posible obtener la capacidad vehicular de cada vía conforme se visualiza en las Tablas 158 y 159.

Formulación utilizada:

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

Siendo

<i>fgd</i> : Factor de giro a la derecha	<i>fi</i> : Factor de inclinación	<i>fv</i> : Factor de fase verde
<i>fgi</i> : Factor de giro a la izquierda	<i>fe</i> : Factor de estacionamiento	<i>fA</i> : Factor de Ancho de carril
<i>far</i> : Factor de tipo de Zona	<i>fbb</i> : Factor de parada de autobuses	<i>fp</i> : Factor vehículos pesados

Tabla 158: Calculo de Capacidad Vehicular real vía principal

Lugar	Capacidad Real
Estación Tomas Valle Norte a Sur Mañana	2728.82
Estación Tomas Valle Sur a Norte Mañana	3430.81
Estación UNI Norte a Sur Mañana	2872.06
Estación UNI Sur a Norte Mañana	2350.28
Estación Tomas Valle Norte a Sur Noche	2822.11
Estación Tomas Valle Sur a Norte Noche	2865.72
Estación UNI Norte a Sur Noche	3348.40
Estación UNI Sur a Norte Noche	2266.24

Fuente: Elaboración propia

Tabla 159: Calculo de Capacidad Vehicular real vías aledañas

Lugar	Capacidad Real
Tomas Valle Mañana Hacia La Panamericana	1394.08
Tomas Valle Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	911.23
Miguel Angel Mañana Hacia La Panamericana	2288.41
Miguel Angel Mañana Hacia Lv Av. Túpac Amaru	2537.05
Bartolome Mañana Hacia La Panamericana	1199.68
Bartolome Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	1213.96
Nicolini Mañana Hacia La Panamericana	2459.00
Nicolini Mañana Hacia Av. Túpac Amaru	2532.72
Honorio Delgado Mañana Hacia La Panamericana	1116.52
Honorio Delgado Mañana Hacia Lv Av. Túpac Amaru	509.16
Habich Mañana Hacia La Panamericana	2362.94
Habich Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	1146.05

Fuente: Elaboración propia

Intensidad Circulante:

La intensidad circulante se obtiene respecto a la Intensidad total de cada vía sobre la cantidad del Factor de Hora punta conforme se observa en las Tablas 160 y 161.

Formula:

$$I = \frac{IHP}{FHP}$$

Tabla 160: Intensidad Circulante vía principal

Lugar	IHP	FHP	I
Estación Tomas Valle Norte a Sur Mañana	2409	0.83	2897.15
Estación Tomas Valle Sur a Norte Mañana	927	0.83	1114.85
Estación UNI Norte a Sur Mañana	2173	0.93	2346.73
Estación UNI Sur a Norte Mañana	879	0.93	949.27
Estación Tomas Valle Norte a Sur Noche	1213	0.83	1455.47
Estación Tomas Valle Sur a Norte Noche	2564	0.83	3076.53
Estación UNI Norte a Sur Noche	994	0.91	1096.16
Estación UNI Sur a Norte Noche	2314	0.91	2551.84

Fuente: Elaboración propia

Tabla 161: Intensidad Circulante vías aledañas

Lugar	IHP	FHP	I
Tomas Valle Mañana Hacia La Panamericana	262	0.71	368.37
Tomas Valle Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	307	0.71	431.63
Miguel Angel Mañana Hacia La Panamericana	58	0.70	82.42
Miguel Angel Mañana Hacia Lv Av. Túpac Amaru	94	0.70	133.58
Bartolome Mañana Hacia La Panamericana	356	0.80	442.97
Bartolome Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	258	0.80	321.03
Nicolini Mañana Hacia La Panamericana	96	0.84	114.38
Nicolini Mañana Hacia Av. Túpac Amaru	45	0.84	53.62
Honorio Delgado Mañana Hacia La Panamericana	172	0.89	193.66
Honorio Delgado Mañana Hacia Lv Av. Túpac Amaru	98	0.89	110.34
Habich Mañana Hacia La Panamericana	26	0.90	29.02
Habich Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	293	0.90	326.98

Fuente: Elaboración propia

Cociente de Intensidad respecto a la Capacidad real

El cociente brinda información de la relación que hay entre la Intensidad total de cada vía entre la Capacidad real, la cual se ha obtenido en las Tablas 158, 159, 160 y 161 teniendo como resultado la Tabla 162

Formula:

$$\frac{I}{C}$$

Tabla 162: Calculo de cociente

Lugar	I	C	COCIENTE
Estación Tomas Valle Norte a Sur Mañana	2897.15	2728.82	1.06
Estación Tomas Valle Sur a Norte Mañana	1114.85	3430.81	0.32
Estación UNI Norte a Sur Mañana	2346.73	2872.06	0.82
Estación UNI Sur a Norte Mañana	949.27	2350.28	0.40
Estación Tomas Valle Norte a Sur Noche	1455.47	2822.11	0.52
Estación Tomas Valle Sur a Norte Noche	3076.53	2865.72	1.07
Estación UNI Norte a Sur Noche	1096.16	3348.40	0.33
Estación UNI Sur a Norte Noche	2551.84	2266.24	1.13
Tomas Valle Mañana Hacia La Panamericana	368.37	1394.08	0.26
Tomas Valle Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	431.63	911.23	0.47
Miguel Angel Mañana Hacia La Panamericana	82.42	2288.41	0.04
Miguel Angel Mañana Hacia Lv Av. Túpac Amaru	133.58	2537.05	0.05
Bartolome Mañana Hacia La Panamericana	442.97	1199.68	0.37
Bartolome Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	321.03	1213.96	0.26
Nicolini Mañana Hacia La Panamericana	114.38	2459.00	0.05
Nicolini Mañana Hacia Av. Túpac Amaru	53.62	2532.72	0.02
Honorio Delgado Mañana Hacia La Panamericana	193.66	1116.52	0.17
Honorio Delgado Mañana Hacia Lv Av. Túpac Amaru	110.34	509.16	0.22
Habich Mañana Hacia La Panamericana	29.02	2362.94	0.01
Habich Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	326.98	1146.05	0.29

Fuente: Elaboración propia

Niveles de servicio:

Para la presente investigación se obtuvo los niveles de servicio presentados en las Tablas 163 y 164. Utilizando los datos obtenidos anteriormente se aplicó a la fórmula del tiempo de demora.

Formula:

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

Donde:

f_v : Factor verde del grupo de carriles

C : Ciclo semafórico (S)

I : Intensidad total del grupo de carriles

c : Capacidad real del grupo de carriles

Tabla 163: Niveles de servicio vía principal

LUGAR	Fase verde	Intensidad	Capacidad Real	Ciclo semaforico	d(tiempo de demora s/v)	NIVEL DE SERVICIO
Estación Tomas Valle Norte a Sur Mañana	0.59	2897.15	2728.82	153.00	45.78	E
Estación Tomas Valle Sur a Norte Mañana	0.59	1114.85	3430.81	153.00	24.54	C
Estación UNI Norte a Sur Mañana	0.59	2346.73	2872.06	153.00	41.50	E
Estación UNI Sur a Norte Mañana	0.59	949.27	2350.28	153.00	29.82	D
Estación Tomas Valle Norte a Sur Noche	0.54	1455.47	2822.11	147.00	38.55	D
Estación Tomas Valle Sur a Norte Noche	0.54	3076.53	2865.72	147.00	49.21	E
Estación UNI Norte a Sur Noche	0.59	1096.16	3348.40	153.00	24.70	C
Estación UNI Sur a Norte Noche	0.59	2551.84	2266.24	153.00	63.06	F

Fuente: Elaboración propia

Tabla 164: Niveles de servicio vías aledañas

LUGAR	Fase verde	Intensidad	Capacidad Real	Ciclo semaforico	d(tiempo de demora s/v)	NIVEL DE SERVICIO
Tomas Valle Mañana Hacia La Panamericana	0.59	368.37	1394.08	153.00	20.58	C
Tomas Valle Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	0.39	431.63	911.23	153.00	47.12	E
Miguel Angel Mañana Hacia La Panamericana	0.00	82.42	2288.41	0.00	0.22	A
Miguel Angel Mañana Hacia Lv Av. Túpac Amaru	0.00	133.58	2537.05	0.00	0.45	A
Bartolome Mañana Hacia La Panamericana	0.49	442.97	1199.68	123.00	29.92	D
Bartolome Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	0.49	321.03	1213.96	123.00	23.01	C
Nicolini Mañana Hacia La Panamericana	0.00	114.38	2459.00	0.00	0.36	A
Nicolini Mañana Hacia Av. Túpac Amaru	0.00	53.62	2532.72	0.00	0.08	A
Honorio Delgado Mañana Hacia La Panamericana	0.45	193.66	1116.52	133.00	20.83	C
Honorio Delgado Mañana Hacia Lv Av. Túpac Amaru	0.19	110.34	509.16	130.00	40.03	E
Habich Mañana Hacia La Panamericana	0.59	29.02	2362.94	153.00	9.96	B
Habich Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	0.30	326.98	1146.05	148.00	39.93	D

Fuente: Elaboración propia

Tabla 165: Niveles de Servicio HCM

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 Carreteras

Una vez calculado el tiempo de demora de cada vía fue posible obtener el nivel de servicio de las diferentes avenidas del área de estudio. Donde se observa que el nivel de servicio de la avenida Túpac Amaru desde la Estación Tomas Valle hasta la Estación UNI es de tipo “E” de 7:00 am a 8:00 am y en la noche es de tipo “F” de 7:00 pm a 8:00 pm.

5.5 Presentación de Resultados

Una vez realizado el análisis del nivel de servicio de las vías, se observa que el nivel actual de la avenida Túpac Amaru es de tipo “E” en el horario de 7:00 am a 8:00 am en el sentido de norte a sur y de tipo “F” de 7:00 pm a 8:00 pm en el sentido de sur a norte, esto se debe a la alta transitabilidad vehicular de la zona, lo cual hace que los vehículos se vean retrasados en su tiempo de llegada, ante esta problemática se ha decidido tomar dos posibles alternativas que pueden proporcionar una optimización en la transitabilidad, principalmente en los horarios de alto tráfico que son de 7:00am a 8:00 am y de 7:00pm a 8:00 pm.

5.5.1 Propuesta 1: Realizar rutas de desvío para vehículos ligeros (mañana)

Para realizar esta propuesta se analizó el estudio de tráfico de norte a sur, ya que poseen mayor tráfico vehicular en la mañana, junto con ello también se analizó las intersección que han de servir como rutas alternas para reducir la cantidad de vehículos que pasan por la vía.

Para este tipo de análisis en dirección de Norte a Sur se ha tomado como vías de desfogue vehicular las avenidas, Tomas Valle, Miguel Angel, Fray Bartolome, Vicente Nicolini y Honorio Delgado llegando a la avenida Eduardo de Habich para su re ingreso a la avenida Túpac Amaru.

Por lo que tendríamos una proporción de tablas de la siguiente manera tomando sus valores actuales como se muestra en la Tabla 166 y en la Figura 37.

Tabla 166: Vías que interviene en la Av. Túpac Amaru propuesta 1

Tipo de Vehiculos	TUPAC AMARU DE NORTE A SUR	HACIA TOMAS VALLE	HACIA MIGUEL ANGEL	HACIA FRAY BARTOLOME	HACIA VICENTE NICOLINI	HACIA HONORIO DELGADO
Bus Metropolitano	115	0	0	0	0	0
Motocicleta	102	26	5	42	21	2
Mototaxi	8	25	9	95	0	2
Auto	856	68	15	105	40	105
Taxi	932	86	19	78	28	40
Combi	195	15	0	0	0	2
Microbus	158	28	0	10	0	7
Bus	38	0	2	0	0	2
Camion de Carga	5	14	8	26	7	12
TOTAL	2409	262	58	356	96	172

Fuente: Elaboración propia

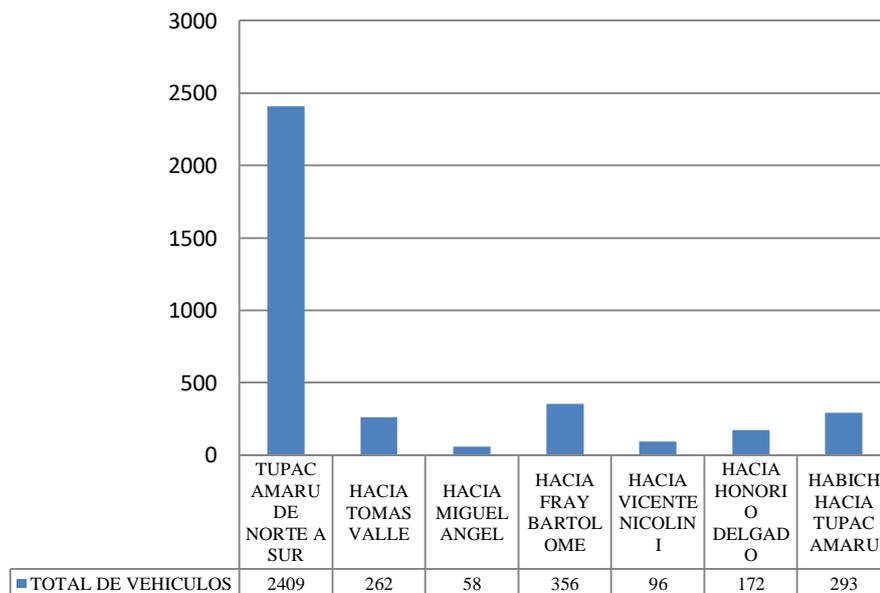
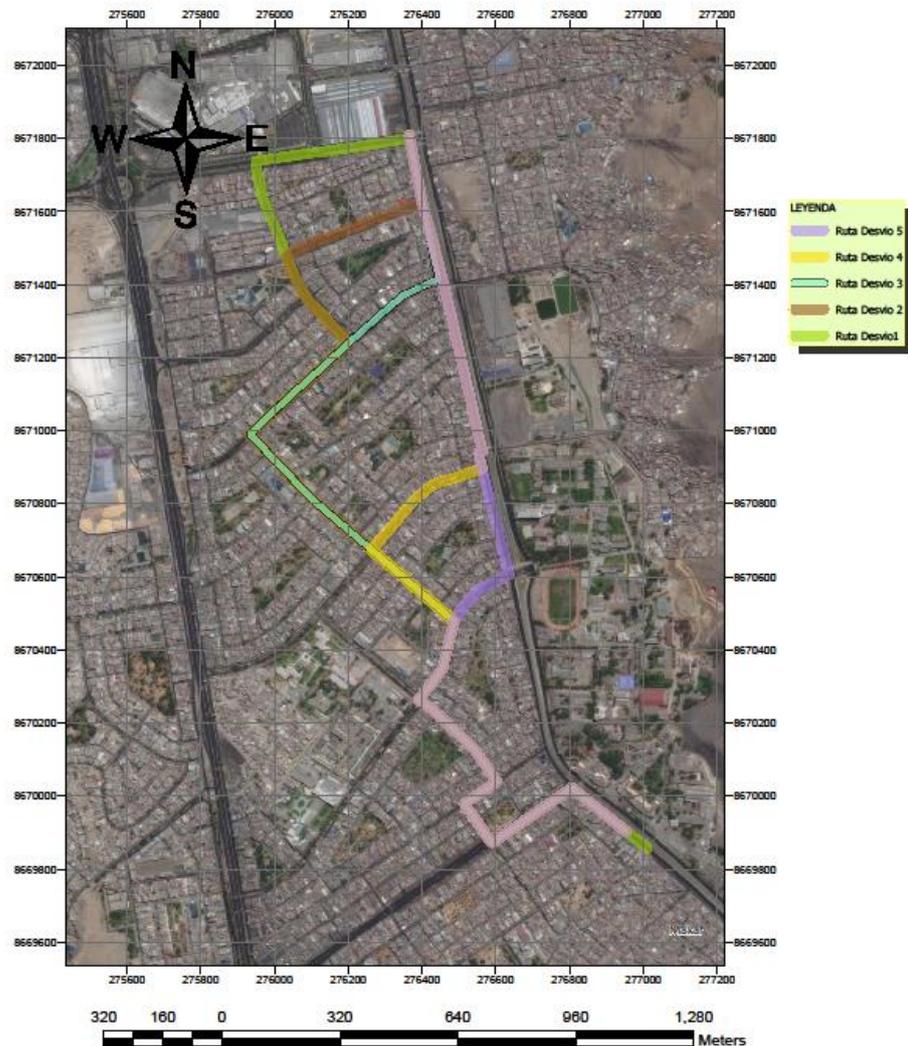


Figura 37: Cantidad Total de vehículos - Norte a Sur

Fuente. Elaboración propia

Una vez realizado el reconocimiento de las avenidas que interceptan a la avenida Túpac Amaru, a través de las herramientas SIG podemos realizar un mapa temático de las rutas alternas, mediante el Basemap y el comando de Analysis Network del Arcgis pro se pudo crear diferentes rutas que puede tener la vía para poder realizar un plan de desvío y así descongestionar la avenida principal como se muestra en la Figura 38.



MAPA TEMÁTICO DE RUTAS ALTERNAS	
Diseño: Bach. Gonzales Chirinos, Jeanpier Walter Bach. Machaca Arapa, José Luis	Fecha: Octubre 2021
Aprobado: PhD. Miguel Estrada Mendoza	Distribido: Independencia y Rimac

Figura 38: Mapa Temático de Rutas Alternas
 Fuente: Elaboración propia con Software ArcGis pro

Para dar una solución se decidió tomar una cantidad de vehículos que parten desde la estación Tomas Valle hasta la estación UNI en base a la proporción de vehículos como autos y taxis que hay actualmente en la vía y estos movilizarlos a través de las diferentes rutas alternas de manera que sea una repartición equitativa para cada vía. Principalmente utilizando los datos del estudio de tráfico que parten de Norte a Sur puesto que, en la mañana es el horario más saturado de vehículos y permaneciendo intactos

los valores que van de Sur a Norte. Se utilizó como punto de re ingreso la avenida Eduardo de Habich y tomando su límite de capacidad para dar sustento a la cantidad de vehículos que fue posible desviar para luego re ingresarlos en la Av. Túpac Amaru como se muestra en la tabla 167.

Tabla 167: Capacidad, Intensidad y Nivel de servicio actual – Av. Habich

LUGAR	Fase verde	Intensidad	Capacidad Real	Ciclo semaforico	d(tiempo de demora s/v)	NIVEL DE SERVICIO
HABICH MAÑANA HACIA LA AV. TÚPAC AMARU	0.30	326.98	1146.05	148.00	39.93	D

Fuente: Elaboración propia

Como se observó en la tabla 167 la capacidad es de 1145 Veh/h y la intensidad es de 327 Veh/h, por ello asumimos la cantidad de desvió de 700 vehículos ligeros de tal manera de llegar a un Tipo E sin llegar a saturar demasiado la avenida esto debido a que su capacidad es de 1145 vehículos. Se realizó la tabla 168 para obtener los nuevos valores que utilizaron para este caso se tomó en cuenta la distribución porcentual que posee actualmente entre autos y taxis.

Tabla 168: Vehículos Ligeros desviados – Avenida Túpac Amaru

Vehiculos ligeros	Cantidad	Porcentaje	Vehiculos Desviados	Nueva cantidad	Cada desvio
Auto	856	47.87	335	521	67
Taxi	932	52.13	365	567	73
Total	1788	100.00	700	1088	140

Fuente: Elaboración propia

De esta manera, se examinó el desarrollo de las rutas alternas obteniendo la siguiente tabla con los valores modificados respecto a la cantidad de vehículos desviados como se muestra en la tabla 169.

Tabla 169: Nueva cantidad -rutas alternas – Avenida Túpac Amaru

TIPO DE VEHICULOS	ESTACIÓN TOMAS		HACIA TOMAS	HACIA MIGUEL	HACIA FRAY	HACIA VICENTE	HACIA HONORIO	HACIA HABICH
	VALLE NORTE A SUR	VALLE	ANGEL	BARTOLOME	NICOLINI	DELGADO	TUPAC AMARU	
Bus Metropolitano	115	0	0	0	0	0	0	0
Motocicleta	102	26	5	42	21	2	10	
Mototaxi	8	25	9	95	0	2	10	
Auto	521	135	82	172	107	172	496	
Taxi	567	159	92	151	101	113	447	
Combi	195	15	0	0	0	2	1	
Microbus	158	28	0	10	0	7	18	
Bus	38	0	2	0	0	2	0	
Camion de Carga	5	14	8	26	7	12	11	
TOTAL	1709	402	198	496	236	312	993	

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizada la distribución se procedió a realizar gráficos con los valores correspondientes de cada avenida tomando en consideración a los vehículos desviados.

a) Estación Tomas Valle – 7:00 am a 8:00 am

Según la tabla 169, se obtuvo el Grafico 39 en base a los nuevos valores que tendría la estación Tomas Valle desviando los vehículos ligeros según la Tabla 168.

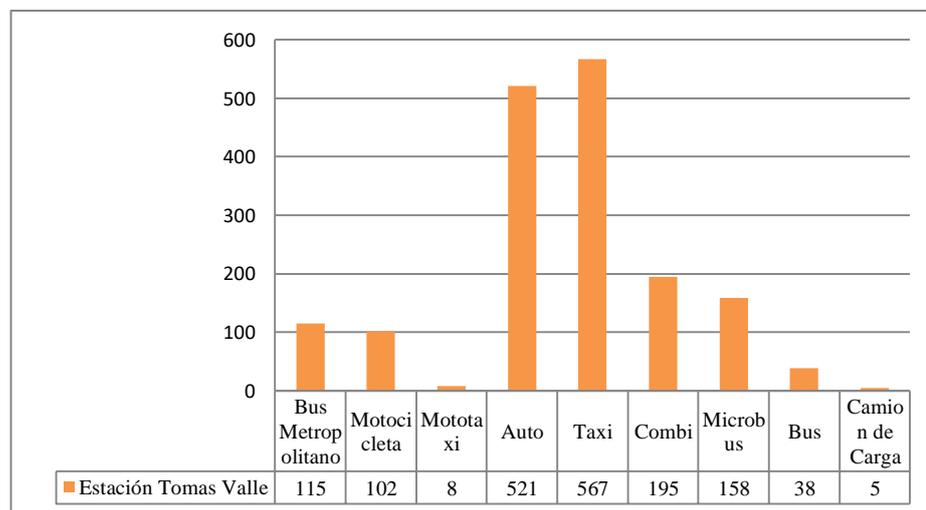


Figura 39: Vehículos desviados– estación Tomas Valle - Norte a Sur

Fuente: Elaboración propia

b) Avenida Tomas Valle – 7:00 a 8:00 am

Según la tabla 169, se obtuvo el Grafico 40 en base a los nuevos valores que tendría la avenida Tomas Valle desviando los vehículos ligeros según la Tabla 168.

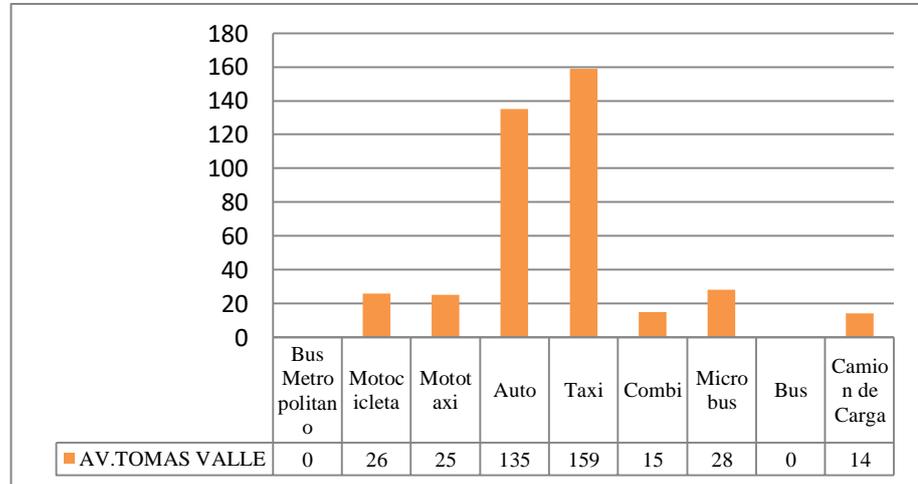


Figura 40: Vehículos desviados-avenida Tomas Valle - Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

c) Avenida Miguel Angel – 7:00 a 8:00 am

Según la tabla 169, se obtuvo el Grafico 41 en base a los nuevos valores que tendría la avenida Miguel Angel desviando los vehículos ligeros según la Tabla 168.

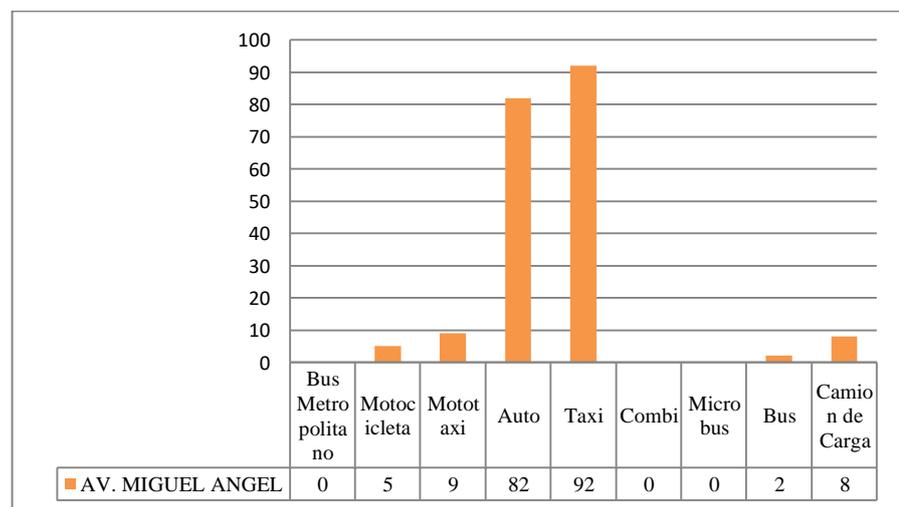


Figura 41: Vehículos desviados- avenida Miguel Angel- Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

d) Avenida Fray Bartolome – 7:00 a 8:00 am

Según la tabla 169, se obtuvo el Grafico 42 en base a los nuevos valores que tendría la avenida Fray Bartolome desviando los vehículos ligeros según la Tabla 168.

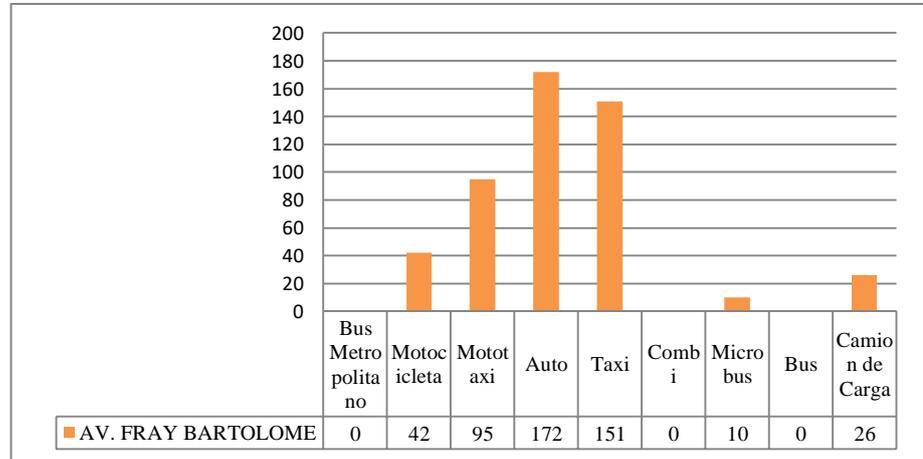


Figura 42: Vehículos desviados- avenida Fray Bartolome- Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

e) Avenida Vicente Nicolini – 7:00 a 8:00 am

Según la tabla 169, se obtuvo el Grafico 43 en base a los nuevos valores que tendría la avenida Vicente Nicolini desviando los vehículos ligeros según la Tabla 168.

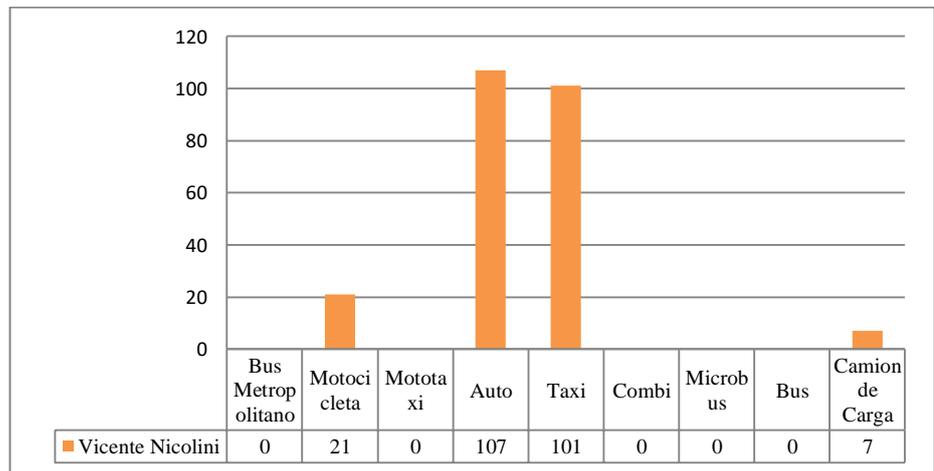


Figura 43: Vehículos desviados- avenida Nicolini - Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

f) Avenida Honorio Delgado – 7:00 a 8:00 am

Según la tabla 169, se obtuvo el Grafico 44 en base a los nuevos valores que tendría la avenida Honorio Delgado desviando los vehículos ligeros según la Tabla 168.

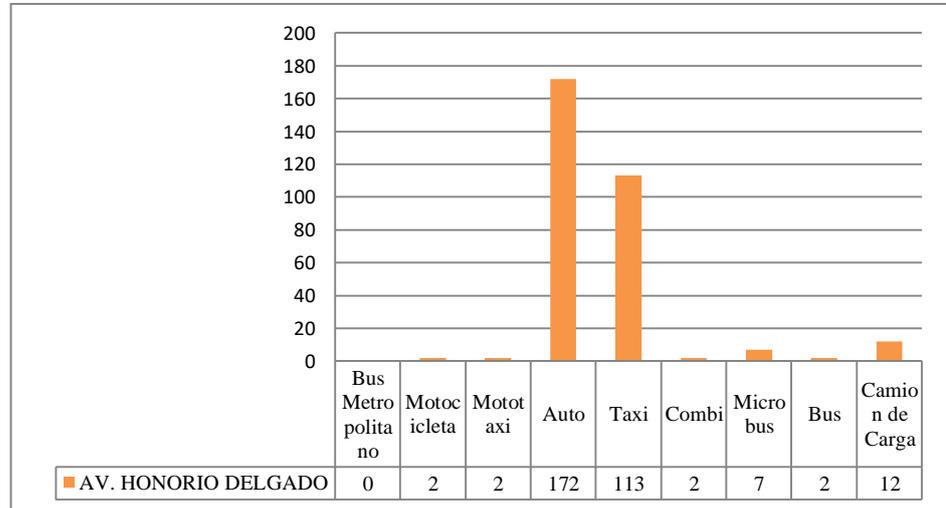


Figura 44: Vehículos desviados - avenida Honorio Delgado - Este a Oeste

Fuente: Elaboración propia

g) Avenida Habich – 7:00 am a 8:00 am

Según la tabla 169, se obtuvo el Grafico 45 en base a los nuevos valores que tendría la avenida Eduardo de Habich desviando los vehículos ligeros según la Tabla 168.

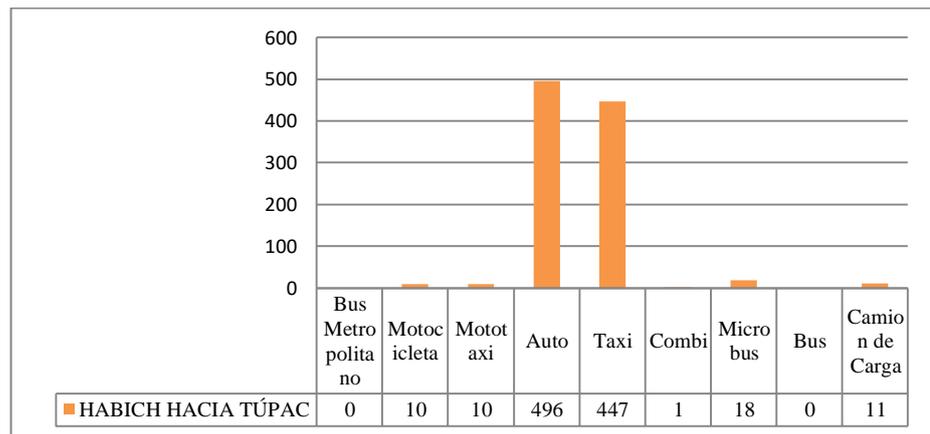


Figura 45: Vehículos desviados- avenida Habich - Oeste a Este

Fuente: Elaboración propia

Para este caso a analizar se asume de manera equitativa la distribución de vehículos cada 15 minutos respecto a la Tabla 169, a lo largo del periodo

de 7:00 am a 8:00 am. De esta manera se pudo establecer el periodo de 15 minutos con mayor cantidad de vehículos.

a) Estación Tomas Valle – 7:00 am a 8:00 am

Se realizó una distribución equitativa en el sentido de norte a sur cada 15 minutos con la finalidad de obtener la mayor intensidad, en cuanto al sentido de sur a norte, no se realizó ninguna modificación, esto se observa en las Tablas 170,171,172 y 173.

Tabla 170: Vehículos desviados-estación Tomas Valle - 7:00 am – 7:15am

TIPO DE VEHICULOS	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Bus Metropolitano	29	20	49
Motocicleta	26	10	36
Mototaxi	2	3	5
Auto	130	102	232
Taxi	142	85	227
Combi	49	32	81
Microbus	40	35	75
Bus	10	8	18
Camion de Carga	1	2	3
TOTAL	427	297	724

Fuente: Elaboración propia

Tabla 171: Vehículos desviados - estación Tomas Valle - 7:15 am – 7:30 am

TIPO DE VEHICULOS	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Bus Metropolitano	29	10	39
Motocicleta	26	7	33
Mototaxi	2	3	5
Auto	130	97	227
Taxi	142	81	223
Combi	49	25	74
Microbus	40	26	66
Bus	10	6	16
Camion de Carga	1	1	2
TOTAL	427	256	683

Fuente: Elaboración propia

Tabla 172: Vehículos desviados - estación Tomas Valle- 7:30 am – 7:45 am

TIPO DE VEHICULOS	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Bus Metropolitano	29	10	39
Motocicleta	26	6	32
Mototaxi	2	2	4
Auto	130	62	192
Taxi	142	65	207
Combi	49	23	72
Microbus	40	20	60
Bus	10	3	13
Camion de Carga	1	2	3
TOTAL	427	193	620

Fuente: Elaboración propia

Tabla 173: Vehículos desviados- estación Tomas Valle - 7:45 am – 8:00 am

TIPO DE VEHICULOS	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Bus Metropolitano	29	10	39
Motocicleta	26	5	31
Mototaxi	2	2	4
Auto	130	65	195
Taxi	142	61	203
Combi	49	20	69
Microbus	40	17	57
Bus	10	1	11
Camion de Carga	1	0	1
TOTAL	427	181	608

Fuente: Elaboración propia

b) Avenida Tomas Valle – 7:00 a 8:00 am

Se realizó una distribución equitativa en el sentido en dirección a la Panamericana cada 15 minutos con la finalidad de obtener la mayor intensidad, en cuanto al sentido en dirección a la avenida Túpac Amaru, no se realizó ninguna modificación, esto se observa en las Tablas 174, 175, 176 y 177.

Tabla 174: Vehículos desviados- avenida Tomas Valle- 7:00 am – 7:15 am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC DIRECCIÓN		TOTAL
	AMARU	PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	20	7	27
Mototaxi	10	6	16
Auto	25	34	59
Taxi	20	40	60
Combi	12	4	16
Microbus	8	7	15
Bus	2	0	2
Camion de Carga	9	4	13
TOTAL	106	101	207

Fuente: Elaboración propia

Tabla 175: Vehículos desviados- avenida Tomas Valle- 7:15 am – 7:30 am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC DIRECCIÓN		TOTAL
	AMARU	PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	15	7	22
Mototaxi	8	6	14
Auto	25	34	59
Taxi	15	40	55
Combi	10	4	14
Microbus	8	7	15
Bus	1	0	1
Camion de Carga	6	4	10
TOTAL	88	101	189

Fuente: Elaboración propia

Tabla 176: Vehículos desviados -avenida Tomas Valle - 7:30 am – 7:45 am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC		TOTAL
	AMARU	DIRECCIÓN PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	10	7	17
Mototaxi	5	6	11
Auto	15	34	49
Taxi	10	40	50
Combi	5	4	9
Microbus	5	7	12
Bus	1	0	1
Camion de Carga	5	4	9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 177: Vehículos desviados -avenida Tomas Valle - 7:45 am – 8:00 am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC		TOTAL
	AMARU	DIRECCIÓN PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	10	7	17
Mototaxi	5	6	11
Auto	14	34	48
Taxi	10	40	50
Combi	8	4	12
Microbus	4	7	11
Bus	1	0	1
Camion de Carga	5	4	9
TOTAL	57	101	158

Fuente: Elaboración propia

c) Avenida Miguel Angel – 7:00 a 8:00 am

Se realizó una distribución equitativa en el sentido en dirección a la Panamericana cada 15 minutos con la finalidad de obtener la mayor intensidad, en cuanto al sentido hacia la avenida Túpac Amaru, no se realizó ninguna modificación, esto se observa en las Tablas 178,179,180 y 181.

Tabla 178: Vehículos desviados - avenida Miguel Angel- 7:00 am – 7:15 am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC		DIRECCIÓN PANAMERICANA	TOTAL
	AMARU			
Bus Metropolitano	0		0	0
Motocicleta	5		1	6
Mototaxi	4		2	6
Auto	10		21	31
Taxi	8		23	31
Combi	0		0	0
Microbus	0		0	0
Bus	2		1	3
Camion de Carga	1		2	3
TOTAL	30		50	80

Fuente: Elaboración propia

Tabla 179: Vehículos desviados- avenida Miguel Angel- 7:15 am – 7:30 am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC		DIRECCIÓN PANAMERICANA	TOTAL
	AMARU			
Bus Metropolitano	0		0	0
Motocicleta	4		1	5
Mototaxi	3		2	5
Auto	8		21	29
Taxi	6		23	29
Combi	0		0	0
Microbus	0		0	0
Bus	1		1	2
Camion de Carga	1		2	3
TOTAL	23		50	73

Fuente: Elaboración propia

Tabla 180: Vehículos desviados- avenida Miguel Angel- 7:30 am – 7:45 am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC		DIRECCIÓN PANAMERICANA	TOTAL
	AMARU			
Bus Metropolitano	0		0	0
Motocicleta	4		1	5
Mototaxi	3		2	5
Auto	7		21	28
Taxi	5		23	28
Combi	0		0	0
Microbus	0		0	0
Bus	2		1	3
Camion de Carga	1		2	3
TOTAL	22		50	72

Fuente: Elaboración propia

Tabla 181: Vehículos desviados-avenida Miguel Angel - 7:45 am – 8:00 am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC		DIRECCIÓN PANAMERICANA	TOTAL
	AMARU			
Bus Metropolitano	0		0	0
Motocicleta	2		1	3
Mototaxi	2		2	4
Auto	6		21	27
Taxi	8		23	31
Combi	0		0	0
Microbus	0		0	0
Bus	1		1	2
Camion de Carga	0		2	2
TOTAL	19		50	69

Fuente: Elaboración propia

d) Avenida Fray Bartolome – 7:00 a 8:00 am

Se realizó una distribución equitativa en el sentido en dirección a la Panamericana cada 15 minutos con la finalidad de obtener la mayor intensidad, en cuanto al sentido hacia la avenida Túpac Amaru, no sé realizo ninguna modificación, esto se observa en las Tablas 182,183,184 y 185.

Tabla 182: Vehículos desviados -avenida Fray Bartolome- 7:00 am – 7:15 am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC		DIRECCIÓN PANAMERICANA	TOTAL
	AMARU			
Bus Metropolitano	0		0	0
Motocicleta	20		11	31
Mototaxi	13		24	37
Auto	24		43	67
Taxi	20		38	58
Combi	0		0	0
Microbus	0		3	3
Bus	0		0	0
Camion de Carga	5		7	12
TOTAL	82		124	206

Fuente: Elaboración propia

Tabla 183: Vehículos desviados-avenida Fray Bartolome- 7:15 am – 7:30 am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC		TOTAL
	AMARU	DIRECCIÓN PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	15	11	26
Mototaxi	10	24	34
Auto	20	43	63
Taxi	15	38	53
Combi	0	0	0
Microbus	0	3	3
Bus	0	0	0
Camion de Carga	5	7	12
TOTAL	65	124	189

Fuente: Elaboración propia

Tabla 184: Vehículos desviados-avenida Fray Bartolome- 7:30 am – 7:45 am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC		TOTAL
	AMARU	DIRECCIÓN PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	14	11	25
Mototaxi	10	24	34
Auto	14	43	57
Taxi	12	38	50
Combi	0	0	0
Microbus	0	3	3
Bus	0	0	0
Camion de Carga	4	7	11
TOTAL	54	124	178

Fuente: Elaboración propia

Tabla 185: Vehículos desviados-avenida Fray Bartolome- 7:45 am – 8:00 am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC		TOTAL
	AMARU	DIRECCIÓN PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	13	11	24
Mototaxi	10	24	34
Auto	15	43	58
Taxi	15	38	53
Combi	0	0	0
Microbus	0	3	3
Bus	0	0	0
Camion de Carga	4	7	11
TOTAL	57	124	181

Fuente: Elaboración propia

e) Avenida Vicente Nicolini – 7:00 a 8:00 am

Se realizó una distribución equitativa en el sentido en dirección a la Panamericana cada 15 minutos con la finalidad de obtener la mayor intensidad, en cuanto al sentido hacia la avenida Túpac Amaru, no sé

realizo ninguna modificación, esto se observa en las Tablas 186,187,188 y 189.

Tabla 186: Vehículos desviados- avenida Vicente Nicolini - 7:00 am – 7:15 am

TIPO DE VEHICULOS	DIRECCIÓN		TOTAL
	HACIA LA TUPAC AMARU	PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	0	5	5
Mototaxi	0	0	0
Auto	6	27	33
Taxi	5	25	30
Combi	2	0	2
Microbus	0	0	0
Bus	0	0	0
Camion de Carga	1	2	3
TOTAL	14	59	73

Fuente: Elaboración propia

Tabla 187: Vehículos desviados- avenida Vicente Nicolini -7:15 am – 7:30 am

TIPO DE VEHICULOS	DIRECCIÓN		TOTAL
	HACIA LA TUPAC AMARU	PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	1	5	6
Mototaxi	0	0	0
Auto	5	27	32
Taxi	3	25	28
Combi	2	0	2
Microbus	0	0	0
Bus	0	0	0
Camion de Carga	1	2	3
TOTAL	12	59	71

Fuente: Elaboración propia

Tabla 188: Vehículos desviados-avenida Vicente Nicolini -7:30 am – 7:45 am

TIPO DE VEHICULOS	DIRECCIÓN		TOTAL
	HACIA LA TUPAC AMARU	PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	1	5	6
Mototaxi	0	0	0
Auto	5	27	32
Taxi	2	25	27
Combi	0	0	0
Microbus	0	0	0
Bus	0	0	0
Camion de Carga	0	2	2
TOTAL	8	59	67

Fuente: Elaboración propia

Tabla 189: Vehículos desviados- avenida Vicente Nicolini -7:45 am – 8:00 am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC		TOTAL
	AMARU	DIRECCIÓN PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	2	5	7
Mototaxi	0	0	0
Auto	5	27	32
Taxi	3	25	28
Combi	1	0	1
Microbus	0	0	0
Bus	0	0	0
Camion de Carga	0	2	2
TOTAL	11	59	70

Fuente: Elaboración propia

f) Avenida Honorio Delgado – 7:00 a 8:00 am

Se realizó una distribución equitativa en el sentido en dirección a la Panamericana cada 15 minutos con la finalidad de obtener la mayor intensidad, en cuanto al sentido hacia la avenida Túpac Amaru, no se realizó ninguna modificación, esto se observa en las Tablas 190,191,192 y 193.

Tabla 190: Vehículos desviados-avenida Honorio Delgado -7:00 am – 7:15 am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC		TOTAL
	AMARU	DIRECCIÓN PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	2	1	3
Mototaxi	2	1	3
Auto	17	43	60
Taxi	4	28	32
Combi	1	1	2
Microbus	0	2	2
Bus	1	1	2
Camion de Carga	0	3	3
TOTAL	27	78	105

Fuente: Elaboración propia

Tabla 191: Vehículos desviados-avenida Honorio Delgado- 7:15 am – 7:30 am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC		TOTAL
	AMARU	DIRECCIÓN PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	3	1	4
Mototaxi	1	1	2
Auto	15	43	58
Taxi	5	28	33
Combi	0	1	1
Microbus	0	2	2
Bus	0	1	1
Camion de Carga	0	3	3
TOTAL	24	78	102

Fuente: Elaboración propia

Tabla 192: Vehículos desviados-avenida Honorio Delgado -7:30 am – 7:45 am

TIPO DE VEHICULOS	DIRECCIÓN		TOTAL
	HACIA LA TUPAC AMARU	PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	1	1	2
Mototaxi	1	1	2
Auto	15	43	58
Taxi	6	28	34
Combi	0	1	1
Microbus	0	2	2
Bus	2	1	3
Camion de Carga	0	3	3
TOTAL	25	78	103

Fuente: Elaboración propia

Tabla 193: Vehículos desviados-avenida Honorio Delgado-7:45 am – 8:00 am

TIPO DE VEHICULOS	DIRECCIÓN		TOTAL
	HACIA LA TUPAC AMARU	PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	0	1	1
Mototaxi	1	1	2
Auto	15	43	58
Taxi	6	28	34
Combi	0	1	1
Microbus	0	2	2
Bus	0	1	1
Camion de Carga	0	3	3
TOTAL	22	78	100

Fuente: Elaboración propia

g) Avenida Habich – 7:00 am a 8:00 am

Se realizó una distribución equitativa en el sentido en dirección a la avenida Túpac Amaru cada 15 minutos con la finalidad de obtener la mayor intensidad, en cuanto al sentido hacia la Panamericana, no se realizó ninguna modificación, esto se observa en las Tablas 194,195,196 y 197.

Tabla 194: Vehículos desviados-avenida Habich-7:00 am – 7:15 am

TIPO DE VEHICULOS	DIRECCIÓN		TOTAL
	HACIA LA TUPAC AMARU	PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	3	0	3
Mototaxi	3	0	3
Auto	124	2	126
Taxi	112	4	116
Combi	0	0	0
Microbus	5	0	5
Bus	0	0	0
Camion de Carga	3	0	3
TOTAL	248	6	254

Fuente: Elaboración propia

Tabla 195: Vehículos desviados-avenida Habich- 7:15 am – 7:30 am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC		TOTAL
	AMARU	DIRECCIÓN PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	3	0	3
Mototaxi	3	0	3
Auto	124	2	126
Taxi	112	2	114
Combi	0	0	0
Microbus	5	0	5
Bus	0	0	0
Camion de Carga	3	0	3
TOTAL	248	4	252

Fuente: Elaboración propia

Tabla 196: Vehículos desviados-avenida Habich-7:30 am – 7:45 am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC		TOTAL
	AMARU	DIRECCIÓN PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	3	0	3
Mototaxi	3	0	3
Auto	124	5	129
Taxi	112	5	117
Combi	0	0	0
Microbus	5	0	5
Bus	0	0	0
Camion de Carga	3	0	3
TOTAL	248	10	258

Fuente: Elaboración propia

Tabla 197: Vehículos desviados -avenida Habich-7:45 am – 8:00 am

TIPO DE VEHICULOS	HACIA LA TUPAC		TOTAL
	AMARU	DIRECCIÓN PANAMERICANA	
Bus Metropolitano	0	0	0
Motocicleta	3	0	3
Mototaxi	3	0	3
Auto	124	3	127
Taxi	112	3	115
Combi	0	0	0
Microbus	5	0	5
Bus	0	0	0
Camion de Carga	3	0	3
TOTAL	248	6	254

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizado las anteriores tablas se pudo calcular el factor de Hora Punta en las avenidas analizadas.

a) Estación Tomas Valle – 7:00 am a 8:00 am

Una vez calculado la intensidad cada 15 minutos de los vehículos que transitarían por la estación Tomas Valle tomando en cuenta los

vehículos desviados se obtuvo el siguiente factor de hora punta, como se observa en la Tabla 198.

Tabla 198: Valor de Hora Punta – Desvío – Estación Tomas Valle

IHP	2636
I 15	724
FHP	0.910

Fuente: Elaboración propia

b) Avenida Tomas Valle – 7:00 am a 8:00 am

Una vez calculado la intensidad cada 15 minutos de los vehículos que transitarían por la avenida Tomas Valle tomando en cuenta los vehículos desviados se obtuvo el siguiente factor de hora punta, como se observa en la Tabla 199.

Tabla 199: Valor de Hora Punta – Desvío – Avenida Tomas Valle

IHP	709
I 15	207
FHP	0.858

Fuente: Elaboración propia

c) Avenida Miguel Angel – 7:00 am a 8:00 am

Una vez calculado la intensidad cada 15 minutos de los vehículos que transitarían por la avenida Miguel Angel tomando en cuenta los vehículos desviados se obtuvo el siguiente factor de hora punta, como se observa en la Tabla 200.

Tabla 200: Valor de Hora Punta – Desvío – Avenida Miguel Angel

IHP	292
I 15	80
FHP	0.918

Fuente: Elaboración propia

d) Avenida Fray Bartolome – 7:00 am a 8:00 am

Una vez calculado la intensidad cada 15 minutos de los vehículos que transitarían por la avenida Fray Bartolome tomando en cuenta los vehículos desviados se obtuvo el siguiente factor de hora punta, como se observa en la Tabla 201.

Tabla 201: Valor de Hora Punta – Desvío – Fray Bartolome

IHP	754
I 15	206
FHP	0.915

Fuente: Elaboración propia

e) Avenida Vicente Nicolini – 7:00 am a 8:00 am

Una vez calculado la intensidad cada 15 minutos de los vehículos que transitarían por la avenida Vicente Nicolini tomando en cuenta los vehículos desviados se obtuvo el siguiente factor de hora punta, como se observa en la Tabla 202.

Tabla 202: Valor de Hora Punta – Desvío – Avenida Vicente Nicolini

IHP	281
I 15	73
FHP	0.962

Fuente: Elaboración propia

f) Avenida Honorio Delgado – 7:00 am a 8:00 am

Una vez calculado la intensidad cada 15 minutos de los vehículos que transitarían por la avenida Honorio Delgado tomando en cuenta los vehículos desviados se obtuvo el siguiente factor de hora punta, como se observa en la Tabla 203.

Tabla 203: Valor de Hora Punta – Desvío – Avenida Honorio Delgado

IHP	410
I 15	105
FHP	0.976

Fuente: Elaboración propia

g) Avenida Eduardo de Habich – 7:00 am a 8:00 am

Una vez calculado la intensidad cada 15 minutos de los vehículos que transitarían por la avenida Eduardo de Habich tomando en cuenta los vehículos desviados se obtuvo el siguiente factor de hora punta, como se observa en la Tabla 204.

Tabla 204: Valor de Hora Punta – Desvío – Avenida Eduardo de Habich

IHP	1019
I 15	258
FHP	0.986

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se procedió a ingresar la cantidad de carril, porcentaje de vehículos pesados, pendientes, cantidad de vehículos estacionados y paradas de autobuses tomando en cuenta los datos obtenidos en campo como se muestra en la Tabla 206.

Tabla 206: Características de las vías principales y aledañas - desvió

LUGAR	Carril	Pesado(%)	Pendiente(%)	Estacionamiento (V/h)	Parado de Buses/h	Tipo de Zona
Estación Tomas Valle Norte a Sur Mañana	4	0.29	1.3	0	270	Zona Urbana
Estación UNI Norte a Sur Mañana	4	1.98	1.3	8	210	Zona Urbana
Tomas Valle Mañana Hacia La Panamericana	3	3.48	0.6	5	22	Zona Urbana
Miguel Angel Mañana Hacia La Panamericana	2	4.04	0.1	7	0	Zona Urbana
Bartolome Mañana Hacia La Panamericana	2	5.24	0.1	2	0	Zona Urbana
Nicolini Mañana Hacia La Panamericana	2	2.97	0.15	2	0	Zona Urbana
Honorio Delgado Mañana Hacia La Panamericana	2	0.04	0.5	0	0	Zona Urbana
Habich Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	2	1.11	1.16	3	18	Zona Urbana

Fuente: Elaboración propia

En cuanto la obtención de los valores de los factores de corrección necesarios para los niveles de servicio se consideró los mismos datos de la sección 5.4. Solo se cambió el porcentaje de vehículos pesados porque este factor está influenciado por el total de vehículos obteniendo así la Tabla 207.

Tabla 207: Nueva Capacidad Vehicular – Norte a Sur

Lugar	Carril	Factor verde(fv)	Factor de Anchura de Carril (fA)	Factor de Vehículos Pesados (fP)	Factor de Inclinación (fi)	Factor de Estacionamiento (fe)	Factor de Parada de Autobus (fbb)	Factor de giros a la derecha (fgd)	Factor de giros a la izquierda (fgi)	Factor de tipo de Zona (far)	Capacidad vehicular Real (v/h)
Estación Tomas Valle Norte a Sur Mañana	4	0.59	0.96	0.997	0.994	0.975	0.730	1.000	1	0.9	2726.51
Estación UNI Norte a Sur Mañana	4	0.59	0.96	0.981	0.994	0.965	0.790	1.000	1	0.9	2872.06
Tomas Valle Mañana Hacia La Panamericana	2	0.59	0.96	0.966	0.997	0.938	0.956	0.850	1	0.9	1419.14
Miguel Angel Mañana Hacia La Panamericana	2	1.00	0.96	0.961	1.000	0.933	1.000	0.850	1	0.9	2502.93
Bartolome Mañana Hacia La Panamericana	2	0.49	0.96	0.950	1.000	0.945	1.000	0.850	1	0.9	1223.18
Nicolini Mañana Hacia La Panamericana	2	1.00	0.96	0.971	0.999	0.945	1.000	0.850	1	0.9	2562.30
Honorio Delgado Mañana Hacia La Panamericana	2	0.45	0.96	1.000	0.998	0.950	1.000	0.850	1	0.9	1193.95
Habich Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	3	0.30	0.96	0.989	0.994	0.962	0.976	0.850	1	0.9	1176.05

Fuente: Elaboración propia

Una vez calculado los factores y obteniendo la capacidad vehicular, se calculó la intensidad circulante de cada uno de las vías que se encuentran en la zona de estudio como se observa en la Tabla 208.

Tabla 208: Intensidad Circulante-nuevos vehículos – Avenida Túpac Amaru

Lugar	IHP	FHP	I
Estación Tomas Valle Norte a Sur Mañana	1709	0.910	1878
Estación UNI Norte a Sur Mañana	2173	0.926	2347
Tomas Valle Mañana Hacia La Panamericana	402	0.858	468
Miguel Angel Mañana Hacia La Panamericana	198	0.918	216
Bartolome Mañana Hacia La Panamericana	496	0.915	542
Nicolini Mañana Hacia La Panamericana	236	0.962	245
Honorio Delgado Mañana Hacia La Panamericana	312	0.976	320
Habich Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	993	0.986	1007

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se obtuvo el nivel de servicio de las vías con los vehículos desviados en la hora punta de 7:00 am a 8:00 am a través del tiempo de demora de los vehículos como se observa en la Tabla 209.

Tabla 209: Nuevo nivel de Servicio y tiempo de demora

LUGAR	Fase verde	Intensidad	Capacidad Real	Ciclo semaforico	d(tiempo de demora s/v)	NIVEL DE SERVICIO
Estación Tomas Valle Norte a Sur Mañana	0.59	1878	2727	153	42.64	E
Estación UNI Norte a Sur Mañana	0.59	2347	2872	153	41.50	E
Tomas Valle Mañana Hacia La Panamericana	0.59	468	1419	153	24.91	C
Miguel Angel Mañana Hacia La Panamericana	0.00	216	2503	0	1.17	A
Bartolome Mañana Hacia La Panamericana	0.49	542	1223	123	34.74	D
Nicolini Mañana Hacia La Panamericana	0.00	245	2562	0	1.43	A
Honorio Delgado Mañana Hacia La Panamericana	0.45	320	1194	133	26.43	D
Habich Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	0.30	1007	1176	148	59.64	E

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se pudo observar un cambio en el nivel de servicio a lo largo de la vía tanto desde el inicio así como las avenidas por las cuales se utilizaron como rutas alternas de esta manera se ha optimizado la avenida principal.

Mediante el software SUMO se realizó también una simulación basado en las rutas de desvió para observar el cambio que ocurriría en vía.

Para esto se calculó la velocidad promedio ante la hora pico de la mañana siendo que la distancia es de 2.12 Km y en campo se tomó un tiempo promedio de 30 min siendo la velocidad de 5Km/h como se observa en las Tablas 210 y 211.

Tabla 210: Tiempo simulado situación actual y con desvió

TIEMPO DE VEHICULOS SIMULADOS				
Sentido	Tiempo Real	Tiempo en la simulación	Tiempo con Desvios	Velocidad
Norte a Sur	30 min	10.33 min	8 min	5 Km/h

Fuente: Elaboración propia

Tabla 211: Tiempo de recorrido – rutas alternas

Desvío	Sentido	Velocidad	Tiempo
Ruta 1	Norte a Sur	5 Km/h	6.41 min
Ruta 2	Norte a Sur	5 Km/h	5 min
Ruta 3	Norte a Sur	5 Km/h	7.67 min
Ruta 4	Norte a Sur	5 KM/h	5 min
Ruta 5	Norte a Sur	5 Km/h	5.68 min

Fuente: Elaboración propia

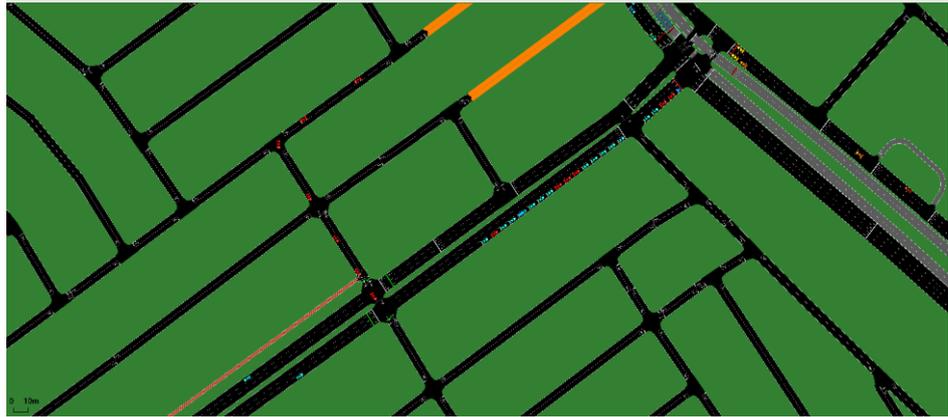


Figura 46: Simulación ruta alternativa de la Av. E. Habich a Av. Túpac Amaru

Fuente: Elaboración propia en software SUMO (Simulation of Urban Mobility)



Figura 47: Simulación de Vehículos rutas alternas

Fuente: Elaboración propia en Software SUMO (Simulation of Urban Mobility)

5.5.2 Propuesta 2: Realizar Cambio de SemafORIZACIÓN (noche)

Para la propuesta de cambio de semaforización se tomó los datos del tiempo de semaforización a lo largo de la vía en sentido Sur a Norte en el horario de 7:00 pm a 8:00 pm como se observa en la Tabla 211.

Tabla 211: Semáforos - Dirección Sur a Norte – 7:00 pm a 8:00 pm

SEMAFOROS A LO LARGO DE LA AVENIDA TUPAC AMARU SUR A NORTE					
SEMAFOROS	ROJO 	AMBAR 	VERDE 	TOTAL	
intersección Av. Túpac con Av. Eduadrdo de Habich	60	3	90	153	
Estación Honorio Delgado	70	3	60	133	
Intersección Pasaje el Angel con Túpac Amaru	60	3	60	123	
Estación los Jazmines	70	3	60	133	
Intersercción Av. Tupac Amaru con Tomas valle	60	4	90	154	

Fuente: Elaboración propia

Según el HCM 2010, provee una formulación para poder obtener el tiempo óptimo de los semáforos en base al ancho del carril y el número de fases.

Formula:

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

Fuente: Highway Capacity Manual 2010

Donde n es el número de fases del semáforo y Ai ancho de cada carril que pasa por ese semáforo, como se muestra en la tabla 212.

Tabla 212: Tiempo óptimos de semaforización según el HCM

TIEMPOS OPTIMOS							
n	A1	A2	A3	A4	A5	Σan	C
3	3.25	3.25	3.25	0	0	9.75	45
3	3.25	3.25	3.25	0	0	9.75	45
5	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	16.25	103
5	3.25	3.35	3.35	3.25	3.25	16.45	104
4	3.35	3.35	3.35	3.35	0	13.4	73

Fuente: Elaboración propia

Por lo cual se establece las siguientes tablas con las que se calculó los posibles tiempos de cada fase de los semáforos a lo largo de la vía y con el

cual se simuló la actividad vehicular actual de la zona de estudio. Se ha obtenido 3 casos posibles que mejorarían el tiempo de traslado, esto se observa en las Tablas 213, 214 y 215.

Tabla 213: Tiempo óptimos de semaforización - Caso 1.

SEMAFOROS A LO LARGO DE LA AVENIDA TUPAC AMARU SUR A NORTE - CON TIEMPOS OPTIMOS 1					
SEMAFOROS	ROJO 	AMBAR 	VERDE 	TOTAL	
intersección Av. Túpac con Av. Eduadrdo de Habich	20	3	22	45	
Estación Honorio Delgado	20	3	22	45	
Intersección Pasaje el Angel con Túpac Amaru	50	3	50	103	
Estación los Jazmines	51	3	50	104	
Intersercción Tupac con Tomas valle	39	4	30	73	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 214: Tiempo óptimos de semaforización – Caso 2.

SEMAFOROS A LO LARGO DE LA AVENIDA TUPAC AMARU SUR A NORTE - CON TIEMPOS OPTIMOS 2					
SEMAFOROS	ROJO 	AMBAR 	VERDE 	TOTAL	
intersección Av. Túpac con Av. Eduadrdo de Habich	22	3	20	45	
Estación Honorio Delgado	22	3	20	45	
Intersección Pasaje el Angel con Túpac Amaru	50	3	50	103	
Estación los Jazmines	50	4	50	104	
Intersercción Tupac con Tomas valle	30	4	39	73	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 215: Tiempo óptimos de semaforización - Caso 3.

SEMAFOROS A LO LARGO DE LA AVENIDA TUPAC AMARU SUR A NORTE - CON TIEMPOS OPTIMOS 3					
SEMAFOROS	ROJO 	AMBAR 	VERDE 	TOTAL	
intersección Av. Túpac con Av. Eduadrdo de Habich	21	3	21	45	
Estación Honorio Delgado	21	3	21	45	
Intersección Pasaje el Angel con Túpac Amaru	50	3	50	103	
Estación los Jazmines	50	4	50	104	
Intersercción Tupac con Tomas valle	35	4	34	73	

Fuente: Elaboración propia

Para la corroboración de estos tiempos de semaforización se realizó una simulación con el software SUMO estableciendo los tiempos en las tablas anteriores a lo largo de la vía, para esto se tomó como dato que en el sentido

de Sur a Norte el tiempo de demora real es de 35 minutos en un recorrido de 2.12 Km teniendo una velocidad de aproximadamente 4 Km/h. Lo cual se analizó en la simulación como se muestra en la Tabla 216.

Tabla 216: Comparativa Campo y Simulación Situación actual

Tiempo real	Tiempo en la Simulacion	Velocidad
35 minutos	10.01 minutos	4 Km/h

Fuente: Elaboración propia

Realizada la simulación para cada uno de los casos de semaforización en la propuesta 2 se obtuvo el tiempo de recorrido de cada uno, según software SUMO como se observa en la Tabla 217.

Tabla 217: Tiempo de mejora por casos

CASOS DE TIEMPOS OPTIMOS	Velocidad (Km/h)	TIEMPO DE VEHICULOS CAMPO(min)	TIEMPO DE VEHICULOS SEGÚN SIMULACIÓN (min)
CASO 1	4	35	6.5
CASO 2	4	35	5.3
CASO 3	4	35	6.8

Fuente: Elaboración propia



Figura 48: Simulación cambio semaforo Av. Túpac con Av. E. Habich

Fuente: Elaboración propia en Software SUMO (Simulation of Urban Mobility)

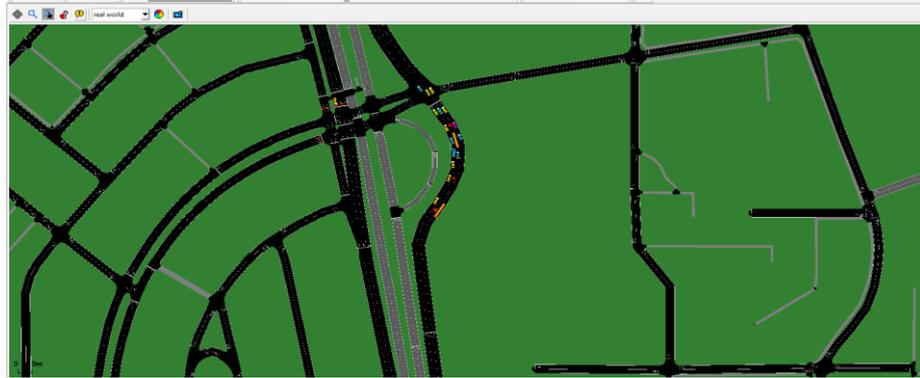


Figura 49: Simulación cambio semaforo- Estación H. Delgado

Fuente: Elaboración propia en Software SUMO (Simulation of Urban Mobility)

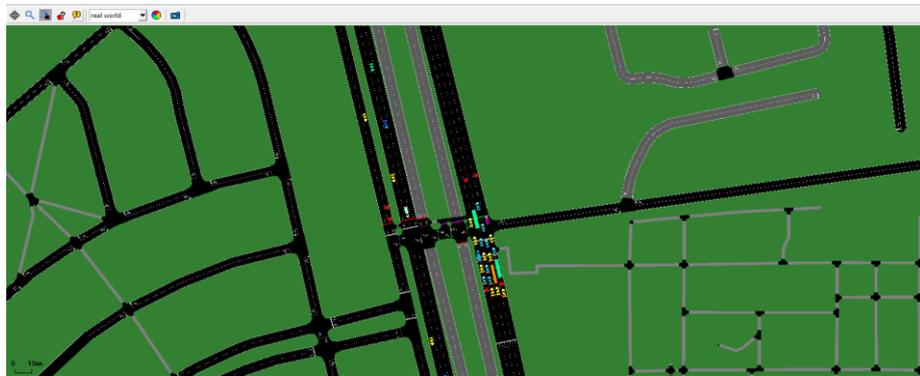


Figura 50: Simulación cambio semaforo Psj. El Angel con Av. Túpac Amaru

Fuente: Elaboración propia en Software SUMO (Simulation of Urban Mobility)

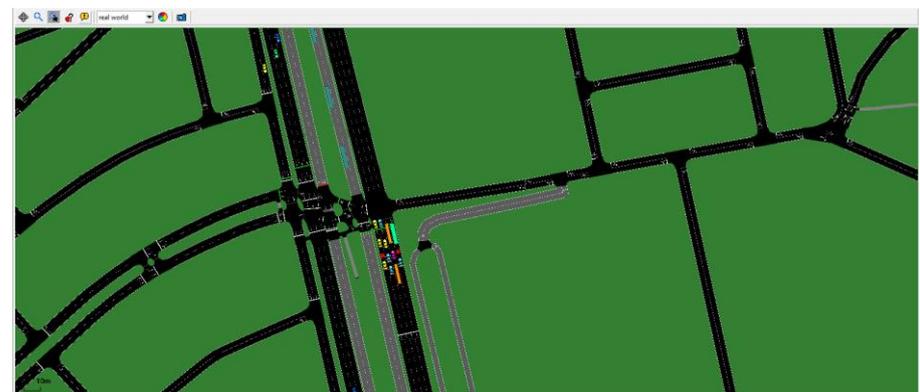


Figura 51: Simulación cambio semafórico- Estación los Jazmines

Fuente: Elaboración propia en Software SUMO (Simulation of Urban Mobility)

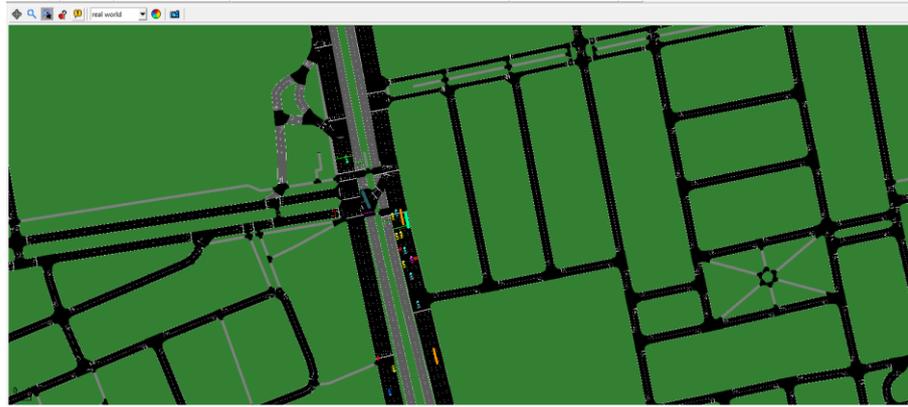


Figura 52: Simulación cambio semaforo - Av. Túpac con Av. Tomas valle

Fuente: Elaboración propia en Software SUMO (Simulation of Urban Mobility)

5.6 Análisis de Resultados

Mediante los procesos de análisis antes detallados en la sección 5.5. Para la optimización de niveles de servicio de la avenida Túpac Amaru desde la estación Tomas Valle hasta la estación UNI. Estos son respecto a las propuestas de cómo mejorar la transitabilidad vehicular tanto de Sur a Norte como de Norte a Sur.

5.6.1 Característica de las vías

En la presente investigación se describe de la siguiente manera las vías que se encuentran dentro de la zona de estudio tanto en el número de carriles como el ancho de cada uno como se muestra en la Tabla 218.

Tabla 218: Resumen de las vías carriles

LUGAR	Carriles	Ancho
Estación Tomas Valle Norte a Sur Mañana	4	3.25
Estación Tomas Valle Sur a Norte Mañana	4	3.35
Estación UNI Norte a Sur Mañana	4	3.25
Estación UNI Sur a Norte Mañana	3	3.25
Tomas Valle Mañana Hacia La Panamericana	2	3.25
Tomas Valle Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	2	3.25
Miguel Angel Mañana Hacia La Panamericana	2	3.25
Miguel Angel Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	2	3.25
Bartolome Mañana Hacia La Panamericana	2	3.25
Bartolome Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	3	3.25
Nicolini Mañana Hacia La Panamericana	2	3.25
Nicolini Mañana Hacia Av. Túpac Amaru	2	3.25
Honorio Delgado Mañana Hacia La Panamericana	2	3.25
Honorio Delgado Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	2	3.25
Habich Mañana Hacia La Panamericana	3	3.25
Habich Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	3	3.25

Fuente: Elaboración propia

5.6.2 Intensidad y Capacidad de las vías

En el análisis realizado se encuentra la intensidad y la capacidad que posee cada vía analizada tomada durante los tiempos de hora punta, como se muestra a continuación, como se muestra en la Tabla 219.

Tabla 219: Intensidad y Capacidad - Actual

LUGAR	Intensidad	Capacidad Real
Estación Tomas Valle Norte a Sur Mañana	2897	2729
Estación Tomas Valle Sur a Norte Mañana	1115	3431
Estación UNI Norte a Sur Mañana	2347	2872
Estación UNI Sur a Norte Mañana	949	2350
Estación Tomas Valle Norte a Sur Noche	1455	2822
Estación Tomas Valle Sur a Norte Noche	3077	2866
Estación UNI Norte a Sur Noche	1096	3348
Estación UNI Sur a Norte Noche	2552	2266
Tomas Valle Mañana Hacia La Panamericana	368	1394
Tomas Valle Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	432	911
Miguel Angel Mañana Hacia La Panamericana	82	2288
Miguel Angel Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	134	2537
Bartolome Mañana Hacia La Panamericana	443	1200
Bartolome Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	321	1214
Nicolini Mañana Hacia La Panamericana	114	2459
Nicolini Mañana Hacia Av. Túpac Amaru	54	2533
Honorio Delgado Mañana Hacia La Panamericana	194	1117
Honorio Delgado Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	110	509
Habich Mañana Hacia La Panamericana	29	2363
Habich Mañana Hacia La Av. Túpac Amaru	327	1146

Fuente: Elaboración propia

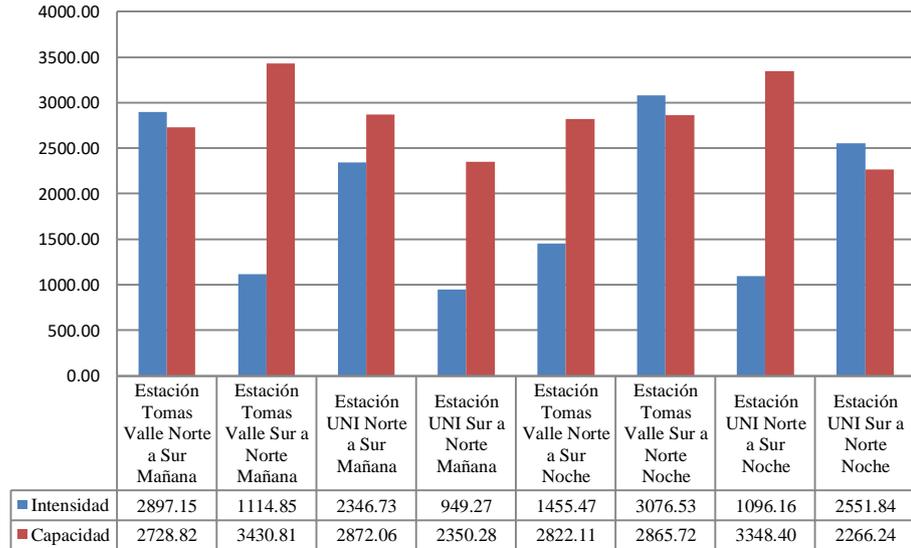


Figura 53: Intensidad y Capacidad vía principal

Fuente: Elaboración propia

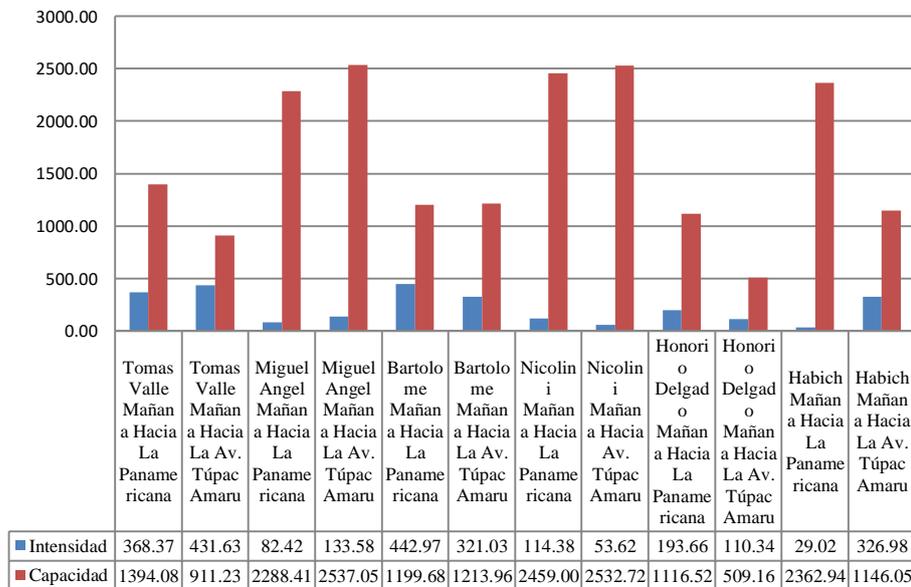


Figura 54: Intensidad y Capacidad vías aledañas

Fuente: Elaboración propia

A través de las Figuras 53 y 54 se puede mostrar que en algunos casos como son la vía principal la intensidad vehicular sobrepasa la capacidad lo cual produce tráfico vehicular. Se realizó 2 propuestas que pueden ayudar a optimizar la transitabilidad vehicular en la avenida Túpac Amaru.

5.6.3 Propuesta 1

La propuesta 1 se realizó en el sentido de Norte a Sur, una vez analizado su nivel de servicio a través de estudios de tráfico se obtiene que su nivel actual en la hora punta es de tipo E. En esta dirección la avenida Túpac Amaru posee múltiples vías aledañas que pueden servir para optimizar el flujo vehicular, por ello se estableció 5 posibles rutas alternas, de esta manera reducir el tiempo de demora de los vehículos y optimizando la transitabilidad en la zona de estudio, esto se puede observar en las Figuras 55 y 56

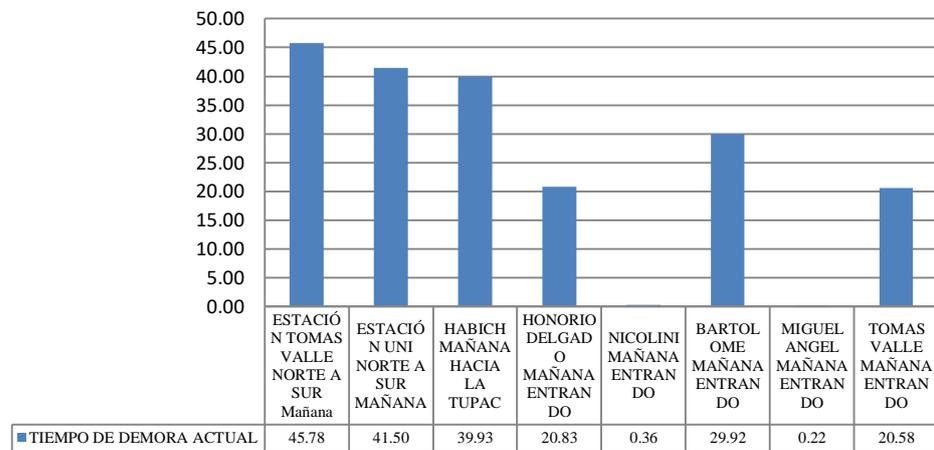


Figura 55: Tiempo de demora actual

Fuente: Elaboración propia

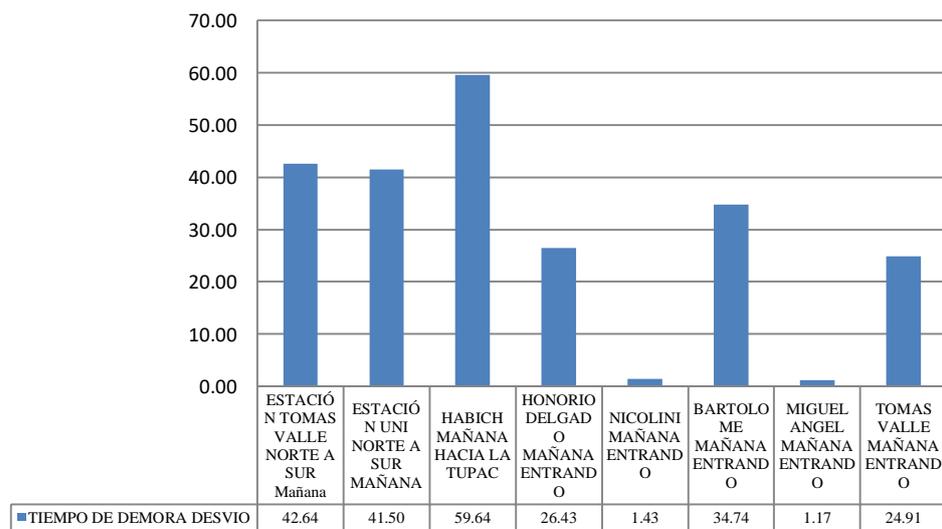


Figura 56: Tiempo de demora – propuesta 1

Fuente: Elaboración propia

5.6.4 Propuesta 2

El nivel de servicio de la avenida Túpac Amaru en sentido de Sur a Norte en el tramo de la estación UNI y Tomas Valle, es de tipo F, la vía en ese sentido no cuenta posibles rutas alternas para disminuir el tráfico, por ello se planteó el cambio de semaforización como una alternativa de optimizar el nivel de servicio. Se obtuvo los ciclos semafóricos a lo largo de la zona de estudio en sentido de Sur a Norte en el horario de 7:00 pm a 8:00 pm (Hora punta).

Se utilizó la metodología del HCM 2010 para obtener el tiempo óptimo para los ciclos de semaforización. Analizando los resultados de la formulación del HCM para los tiempos de semaforización óptimos establece que el ciclo semafórico no debe ser mayor a 90 segundos, el mismo que no se cumple en 2 semáforos ubicados en la intersección del pasaje el Angel con la Túpac Amaru y en la estación los Jazmines, por lo que se deduce que la metodología del manual HCM 2010 para obtener los ciclos semafóricos no siempre se ajustan a nuestra realidad. A pesar de ellos si se tomó en consideración para el análisis el cambio de semaforización tal y como se muestra en la sección 5.5.2 y en las Figuras 57,58 y 59.

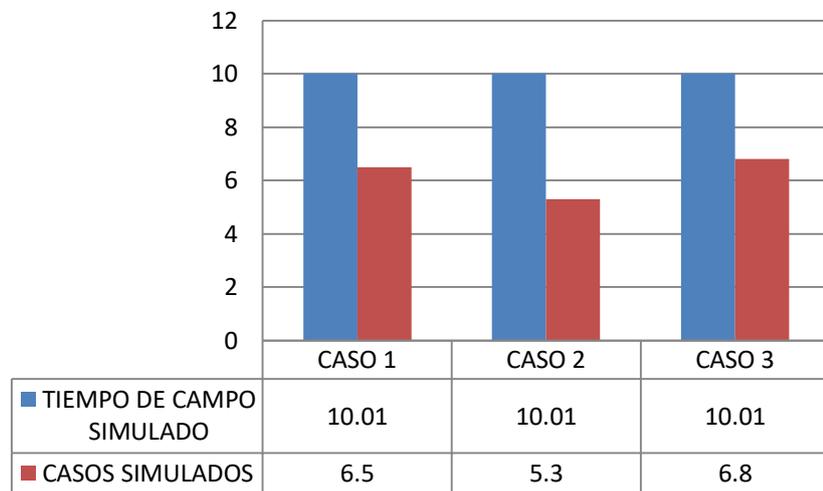


Figura 57: Diferencia Campo Simulado y Casos simulados

Fuente: Elaboración propia

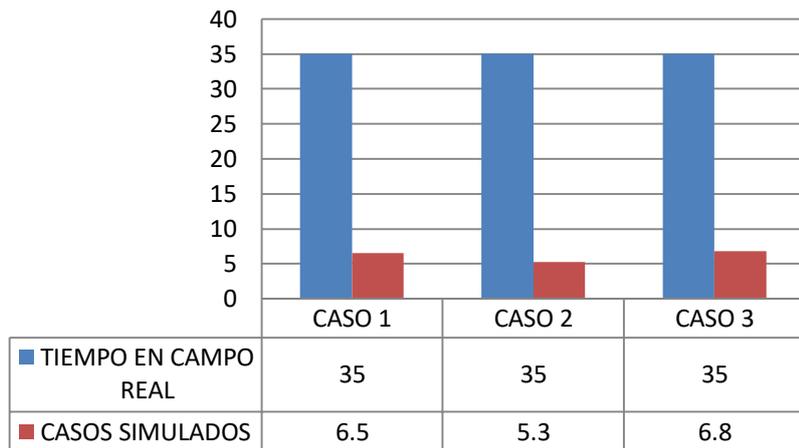


Figura 58: Diferencia de Campo real y casos simulados

Fuente: Elaboración propia

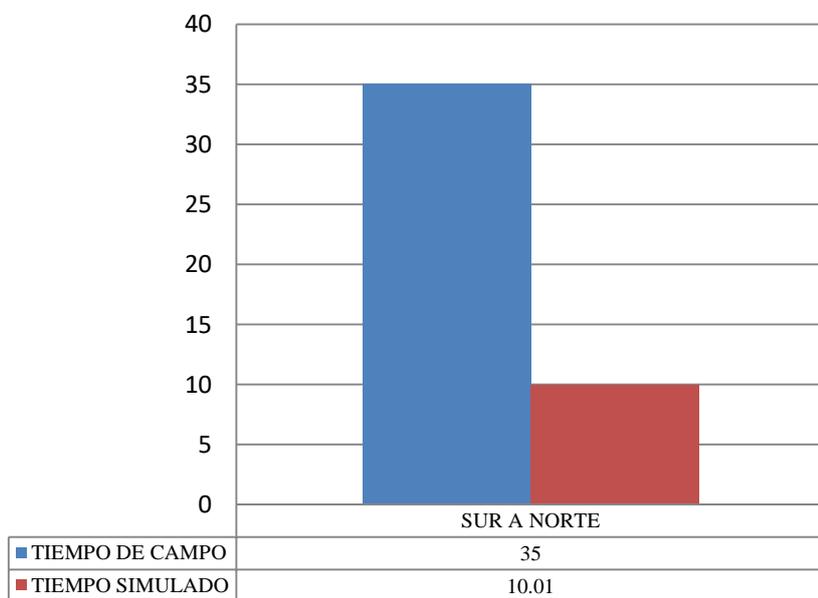


Figura 59: Diferencia de Campo Real y Campo Simulado

Fuente: Elaboración propia

5.7 Contrastación de resultados

Se comprueba que al analizar los niveles de servicio de la avenida Túpac Amaru y sistematizando los datos recopilados en campo se ha podido realizar planes de desvío mediante herramientas SIG y simulaciones, de esta manera, se pudo optimizar la transitabilidad vehicular, como se muestra en la Figura 60.

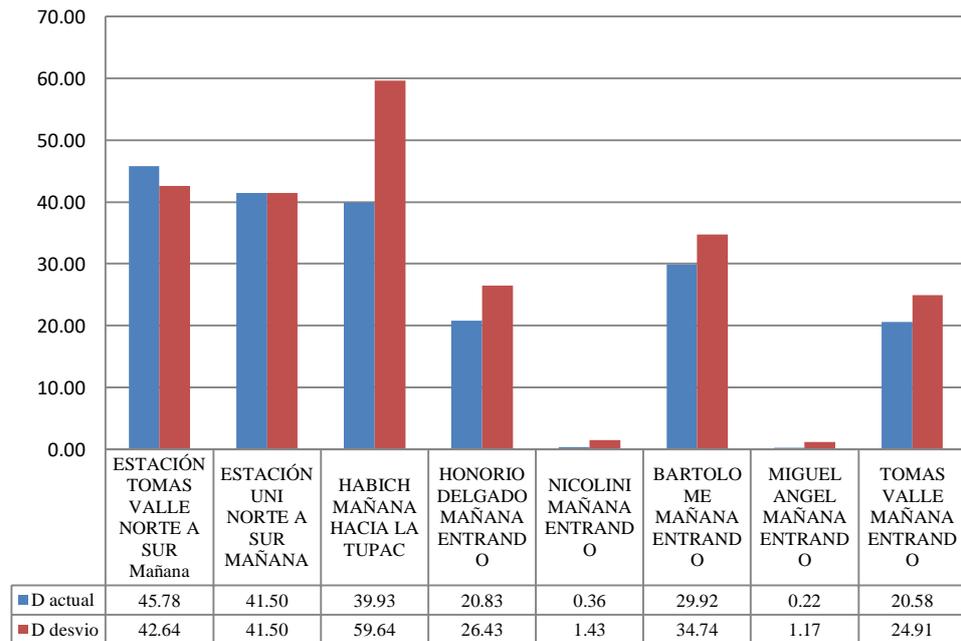


Figura 60: Diferencia de Tiempo de demora

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la figura 60 el tiempo de demora actual es de 45.78 segundos/vehículo, y luego de establecer las rutas alternas es posible mejorar a 42.65 vehículos/segundo, con esto se demostró que a través de la propuesta 1 en la sección 5.5.1. Es posible optimizar vehicularmente la Avenida Túpac Amaru desde la estación Tomas Valle hasta la estación UNI. Esta mejora es en el sentido de norte a sur, tomando la hora punta de la mañana que es de 7:00 am a 8:00 am, a pesar de ello el nivel de servicio de la avenida Túpac Amaru en el sentido de norte a sur sigue siendo de tipo E.

Por otro lado, tenemos la propuesta 2, en la que se comprueba que para la optimización de la transitabilidad en el sentido de Sur a Norte de 7:00 pm a 8:00 pm es posible mediante un cambio de semaforización. Esto se pudo comprobar a través de las simulaciones para cada caso analizado tal y como se muestra en las sección 5.6.4.

DISCUSIÓN

En la presente investigación al obtener los valores de los niveles de servicio de la avenida Túpac Amaru y aledañas se puede observar que hay un gran flujo vehicular en la zona de estudio donde las horas puntas son de 7:00 am a 8:00 am en la dirección de Norte a Sur teniendo un nivel actual de tipo E y de 7:00 pm a 8:00 pm en la dirección de Sur a Norte teniendo un nivel actual de tipo F, además de tener en cuenta que gran parte de los vehículos que pasan por la avenida son vehículos ligeros como autos personales y taxis que representan más del 50% del tránsito vehicular. Por este motivo se determinó 2 propuestas que ayudarían en optimizar la transitabilidad vehicular en la zona de estudio en base a los niveles de servicio y softwares como son ArcGIS pro y SUMO. Frente a lo mencionado se acepta la hipótesis planteada de utilizar los niveles de servicio para optimizar la transitabilidad vehicular utilizando herramientas digitales. Estas propuestas realizadas en la presente investigación guardan relación con el Highway Capacity Manual 2010 (HCM 2010) utilizando su metodología para realizar cada una de las propuestas.

En la propuesta 1 se establece en la dirección de Norte a Sur en el horario de 7:00 a 8:00 am que tomando en consideración el nivel de servicio actual de avenida Túpac Amaru se puede optimizar realizando 5 rutas alternas a lo largo de vía, con lo cual se observa una mejora en el tiempo de demora de los vehículos, se puede observar que hay una reducción en su tiempo de demora, mas su nivel de servicio sigue siendo de tipo E. También se analizó a través de la simulación comparando los tiempos tanto reales como simulados, obteniendo que en campo se demora 30 minutos en recorrer la zona de estudios siendo una respuesta en la simulación de 10 minutos, una vez se realizó el desvío por rutas alternas en la simulación se obtiene que el recorrido llega a 8 minutos en promedio.

Por otro lado, en la propuesta 2 se establece que en la dirección de Sur a Norte en el horario de 7:00 a 8:00 pm al no contar con otras rutas que puedan ofrecer algún tipo de desvío. Se planteó el cambio de semaforización a lo largo de vía ofreciendo 3 casos en los cuales se observa una mejora en el tiempo de traslado, esto medido a través de la simulación realizada en el software SUMO teniendo como tiempo de recorrido inicial en campo de 35 minutos, en la simulación un tiempo de 10.01 minutos y reduciendo un total de 6 minutos en la simulación

CONCLUSIONES

1. Los estudios realizados en la zona de trabajo mostraron que la avenida Túpac Amaru desde la estación Tomas Valle hasta la estación UNI tiene una longitud de 2.12 Km, posee 6 avenidas aledañas en el sentido de norte a sur y 2 avenidas aledañas en el sentido de sur a norte. Los datos recopilados fueron durante una semana de lunes a viernes en los horarios de 7:00 am a 10:00 pm, mostraron que la mayor demanda vehicular ocurre en los horarios de 7:00 am a 8:00 am y 7:00 pm a 8:00 pm el día viernes, el tiempo de traslado durante estos periodos de hora punta fueron de 30 minutos con una velocidad de promedio 5 Km/h en el sentido de norte a sur y 35 minutos con una velocidad promedio de 4 Km/h en el sentido de sur a norte. A través de los niveles de servicio se planteó 2 propuestas para mejorar la transitabilidad vehicular en los horarios de hora punta tanto de norte a sur como de sur a norte siendo las rutas de desvío y cambio de semaforización. Una vez analizadas ambas propuestas se muestra que hay una mejora en el tiempo recorrido de los vehículos desde la estación Tomas Valle hasta la estación UNI en el sentido de norte a sur el tiempo de demora actual es de 45.78 segundos/vehículos y se ve una mejora en el tiempo de demora (d) de 3.14 segundos/vehículo llegando a 42.64 segundos/vehículo más el nivel de servicio de la vía permanece siendo de tipo E. En el sentido de sur a norte el tiempo actual en que se demora recorrer la zona de estudio es de 35 minutos en hora punta y se ve que a través del cambio de semaforización visto en la simulación de SUMO, el tiempo de traslado que se demora en recorrer los vehículos disminuye en cada caso, siendo el caso 2 el más óptimo teniendo un recorrido de 5.3 minutos.
2. Los estudios de tráfico en la Avenida Túpac Amaru desde la estación Tomas Valle hasta la estación UNI, fueron esenciales para calcular los niveles de servicio de la infraestructura vial también se recopiló información geométrica y características de las avenidas aledañas para su respectivo análisis. Se estableció así 2 propuestas de optimización de la transitabilidad vehicular para cada sentido de la vía en sus respectivas horas punta. Estas propuestas están en base a el nivel de servicio actual respecto a las horas punta de la avenida Túpac Amaru en el sentido de norte a sur es de tipo E y en el sentido de sur a norte es de tipo F.

3. La medición del diseño geométrico de la vía fue importante para obtener los factores que influyen en el análisis para la obtención de la capacidad real y la intensidad vehicular las cuales fueron esenciales para obtener el nivel de servicio y establecer así propuestas que ayudarían a mejorar el tráfico actual de la avenida Túpac Amaru.
4. La medición de la tasa de crecimiento vehicular en distintos horarios fue necesario para obtener en que tiempos ocurre la mayor transitabilidad vehicular en la zona de estudio, una vez realizado el análisis respectivo se obtuvo la cantidad de vehículos que transitan en el horario de hora punta, puesto que en la estación Tomas Valle en el sentido de norte a sur hubo una cantidad vehicular 2409 vehículos en el horario de 7:00 am a 8:00 am y de 2564 vehículos en el sentido de sur a norte en el horario de 7:00 pm a 8:00 pm. Por otro lado, en la estación UNI se obtuvo que en el sentido de norte a sur hubo una cantidad vehicular de 2173 vehículos en el horario de 7:00 am a 8:00 am y 2314 vehículos en el sentido de sur a norte en el horario de 7:00 pm a 8:00 pm.
5. Mediante la sistematización de los datos obtenidos en campo se pudo analizar los niveles de servicio de la zona de estudio en el horario de 7:00 am a 8:00 am es de tipo E, en la dirección de norte a sur esto se debe a que la intensidad vehicular que posee es de 2897 veh/h y su capacidad actual es de 2728 veh/h lo que produce un flujo vehicular inestable con un tiempo de demora de 45.78 segundos / vehículo. Por otro lado en la dirección sur a norte en el horario de 7:00 pm a 8:00 pm el nivel de servicio es de F. esto se debe a que la intensidad de la vía es de 2552 veh/h y su capacidad es de 2266 veh/h esto produce un flujo vehicular muy inestable provocando que el tiempo de demora de los vehículos sea de 63.06 segundos/vehículo. Estos valores fueron necesarios para realizar la propuesta de rutas alternas.
6. El uso de herramientas digitales como son los softwares ArcGIS PRO, SUMO y OpenStreeMap han sido fundamentales para el análisis vehicular de la zona de estudio ya que con estos softwares se pudo establecer rutas alternas y medir de manera simulada como se desarrollaría tales propuestas. Como es el caso de la propuesta 1 que utilizando las 6 avenidas aledañas como rutas de desvío o como en la propuesta 2 que se hizo un cambio en el tiempo de semaforización, de tal manera que se observó una mejora en el tiempo de traslado en ambos casos y mejorando así el

nivel de servicio actual. A pesar de ello para realizar el software SUMO no es capaz de modelar el comportamiento de los conductores, esto debido a que la cultura del conductor en el Perú es muy diferente a las de otros países.

RECOMENDACIONES

1. Para la propuesta 1 la cual optimizo el tiempo de demora (d), se debería recibir apoyo de las entidades de control de tránsito pertinentes, de tal manera que brinden orden en el flujo de tránsito de las vías de desvíos, además de considerar a las avenidas de Miguel Angel y Vicente Nicolini como las más aptas debido a su nivel de servicio que es de tipo A, siendo las más óptimas por su baja intensidad vehicular. Referente a la propuesta 2 al igual que la propuesta 1 se recomienda control de entidades de tránsito para el desarrollo adecuado del plan de optimización de semaforización.
2. El uso de drones es aconsejable para tener datos más precisos de la zona de estudio tanto la geometría de las avenidas como factores que influyen en la vía principal como son la cantidad de vehículos por hora, cantidad de vehículos estacionados, cantidad de buses, micros o combis que recogen pasajeros e inclusive un levantamiento fotogramétrico.
3. El uso de equipos de medición de tráfico sería lo más apropiado para obtener una data más precisa y con mayor captación de información como son la velocidad, cantidad vehicular, contaminación acústica entre otros, de tal manera que puedan ayudar a una post sistematización de datos.
4. La implementación o creación de softwares que sean capaces de simular a mayor detalle el comportamiento de vehicular de la zona de estudio, debido a que la falta de los mismos genera alteraciones en los resultados. Como en el software SUMO que no contempla el comportamiento del conductor y el estado actual de la vía, entre otros factores.
5. Como aporte académico es aconsejable implementar una normativa que siga el lineamiento del HCM 2010 en base a la realidad peruana, de tal manera que apoye en el cálculo de los distintos factores como son la capacidad, intensidad, nivel de servicio y tiempo de semaforización. Además de complementar dicha normativa con herramientas geomáticas que sean capaces de representar y mejorar el estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta Ordoñez, L. A. (2020). Propuesta vial para mejorar la transitabilidad vehicular en la intersección de las avenida prolongación Francisco Bolognesi y José Leonardo Ortiz en la provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque. (*tesis título*). Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú.
- Bañón, L., & Bevía García, J. (2000). *Manual de Carreteras*. Alicante: Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A.
- Board, T. R. (2000). *Highway Capacity Manual*. California: TRB.
- Cárdenas Grisales, J. (2007). Ingeniería de tránsito. *fundamentos y aplicaciones*, 532.
- Carpio Vázquez, F. R., Avilés Argudo, D. A., & Morillo Argudo, D. (2018). Determinación de capacidad de carreteras en Cuenca (Ecuador) comparación con el manual de capacidad HCM. *Maskana*, 21.
- Castellanos Almeyda, V., Rodríguez Torres, C., & Baez Trujillo, C. (2017). Modelación y calibración de la intersección ubicada entre las carreras 23 y 21 en las calles 45 y 48 en la ciudad de Bucaramanga. *Ingenierías USBMed*, 17.
- Chambillo Ango, J. C. (2016). *Metodologías para la evaluación de la seguridad vial de intersecciones urbanas en la ciudad de Ayacucho*. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho.
- Cordero Huanca, L. (2018) Análisis del índice de serviciabilidad del pavimento flexible en la avenida Túpac Amaru km 11, Comas - Lima. (*Tesis título*). Universidad César Vallejo, Perú.
- Corilla Huaman, C. P. (2018). Propuesta de mejora del nivel de servicio del tránsito vehicular en la Av. Huancavelica - tramo Av. 13 de Noviembre y Paseo la Breña en la ciudad de Hauncayo. (*tesis título*). Universidad Continental, Huancayo, Perú.
- Cortés Patiño, J. M. (2016). Uso de la simulación para mejorar la movilidad vehicular en los cruces de calzada de Tlalpan y Renato Leduc con la lateral de Periférico. (*tesis Maestría*). Universidad Nacional Autónoma de México, México D.f, México.
- Guevara Alban, G., & Casto Molina, N. (2020). Metodologías de investigación educativa. *ReciMundo*, pág. 173.

- Henríquez Ulloa, J. P. (2019). *Propuesta de mejora vial en la intersección de las avenidas Miguel Grau y Gulman en la ciudad de Piura*. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.
- Informática, I. N. (2020). *La población de Lima supera los nueve millones y medio de habitantes*. Obtenido de INEI: <http://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/notadeprensa006.pdf>
- Informática, I. N. (2021). *INEI*. Obtenido de INEI: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/prueba-11103/>
- Instituto Metropolitano protransporte de Lima. (2021). *Metropolitano*. Obtenido de <http://www.metropolitano.gob.pe/conocenos/rutas/ruta-alimentadora/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2021). *INEI*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística e Informática: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/prueba-11103/>
- Kraemer, C., Pardillo, J., & Rossi, S. (2003). *Ingeniería de Carreteras*. Madrid, España: Mc. Graw Hill.
- Layza Cueva, M. D., & Mejía Ardo, D. S. (2018). Tránsito y congestión vehicular en a contaminación sonora en vías de transporte Público. *CIENTIFI - K*, 8.
- Martinez Ospino, L. M., & Noguera Nuñez, R. D. (2020). Modelos de serviciabilidad de pavimentos a partir del índice de condición del pavimento (PCI) con relación a las velocidades de operación. (*tesis título*). Universidad de la Costa, Barranquilla, Colombia.
- MTC. (2018). *Manual de transportes y comunicaciones*. Lima: mtc.
- Osores Torres, V. O. (2016). *Evaluación del nivel de servicio por análisis de tráfico en la intersección semaforizada Mariscal Castilla - Julio Sumar El Tambo*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo.
- Palma Álvarez, R. (2006). Ampliación del manual de capacidad de carreteras (HCM) versión 2000, para la evaluación del nivel de servicio de carreteras de dos carriles. *Tesis título*. USCG, Guatemala.
- Patiño Alzate, B., & Salazar Hernández, C. A. (2016). Proyectos de infraestructura Vial e integración territorial. *Bitacora* - 26, 9.
- Paucara Rojas, M. (2018). Evaluación del nivel de servicio en flujos vehiculares de las intersecciones de la Av. Jorge Basadre Grohmann, Utilizando Synchro V.8. (*Tesis maestría*). Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú.

- Riaño, F., & D. (2016). Estudio de tránsito y modelación para dar soluciones viales a desnivel de la intersección de la carrera 8 entre el par val de la calle 25 y calle 26 de la ciudad de Santiago de Cali. (*Tesis título*). Universidad Javeriana, Cali, Colombia.
- Rojas Mendoza, F. (2017). Mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la Av. César Vallejo, tramo cruce con la Av. Separadora industrial hasta el cruce con el cementerio, en el distrito de Villa el Salvador, Provincia de Lima, departamento de Lima. (*tesis título*). Universidad Nacional Federico Villareal, Lima, Perú.
- Sabando Santibañez, I. F. (2018). Determinación del Nivel de Servicio en calles urbanas. (*tesis título*). Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile.
- Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico DF: MC Grawhill Education.
- Silva Balaguera, A., Daza Leguizamon, O., & Lopez Valiente, L. (2018). Gestión de pavimentos basado en sistemas de información geográfica (SIG). *Revista Ingeniería Solidaria*, 18.
- Tello Gutierrez, A. J. (2018). Evaluación y mejora de la seguridad vial peatonal y el nivel de servicio en la intersección de las avenidas los Alisos y Túpac Amaru. (*tesis título*). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Torres Navas, L. G., & Brito Galarza, C. F. (2017). Efecto de la condición de la superficie de rodamiento en la estimación de la capacidad vial y el nivel de servicio aplicando la metodología HCM, en la vía ZHUD - Biblián. (*tesis maestría*). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES	INSTRUMENTOS	DISEÑO METODOLÓGICO
¿De qué manera los niveles de servicio de la infraestructura vial optimizan la transitabilidad en la avenida Túpac entre la estación Tomás Valle y la estación UNI del Metropolitano, Lima-Perú?	Determinar los niveles de servicio para optimizar la transitabilidad por medio de un estudio de tráfico y simulación en la herramienta ArcGis de la avenida Túpac en el tramo de la estación Tomás Valle a la estación UNI del Metropolitano, Lima - Perú.	Al analizar los niveles de servicio de la avenida Túpac Amaru se obtiene la cantidad de vehículos que pasan por diferentes horarios, de tal manera que sistematizando dichos datos se podrá realizar planes de desvío mediante herramientas SIG y así optimizar la Transitabilidad vehicular.	Niveles de servicio	Tipo de servicio Velocidad promedio de Viaje	Formato de estudio de trafico Cronometro	El método de investigación es cuantitativo ya que se analiza información, cuadros y gráficos.
PROBLEMA ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE			
a) ¿Qué herramientas de estudio influyen en los niveles de servicio de la infraestructura vial?	a) Generar estudios de tráfico para medir los niveles de servicio de la infraestructura vial.	a) Al generar estudios de tráfico se mide los niveles de servicio de la infraestructura vial y así se obtiene el flujo vehicular.				
b) ¿Cómo el análisis del diseño geométrico influye en el estudio de la infraestructura vial?	b) Realizar una medición en base al diseño geométrico de la avenida en la zona de estudio para obtener datos del estado actual de la vía.	b) Al medir la geometría de la vía se optimiza el estudio de la vía.		Estudio de trafico	Excel de recolección de datos	
c) ¿De qué manera se representa la transitabilidad en periodos de tiempo?	c) Realizar la medición de la tasa de crecimiento vehicular en distintos horarios a lo largo del día para medir la transitabilidad mediante datos estadísticos.	c) Al medir la tasa de crecimiento vehicular se evalúa la transitabilidad	Transitabilidad			El tipo de investigación es experimental porque se realizara mapas temáticos basados en datos obtenidos en campo
d) ¿De qué manera los datos obtenidos a través de estudios hechos a los niveles de servicio influyen en la infraestructura vial?	d) Realizar una sistematización de los datos obtenidos en los estudios realizados a los niveles de servicio de la infraestructura vial para su digitalización y análisis en la herramienta ArcGis.	d) Al sistematizar los datos obtenidos se evalúa la infraestructura vial.		Simulación vehicular	Plataforma digitales	
e) ¿Cómo las herramientas digitales contribuyen a la modelación de vías alternas?	e) Establecer planes de desvío apoyados en herramientas digitales para elaborar simulaciones de vías alternas.	e) Al establecer los planes de desvío y semaforización se optimiza la transitabilidad.				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Formato - recopilación de conteo vehicular

Tipo de Vehiculos	DIRECCIÓN Y LUGAR :															
	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	TOTAL
Bus Metropolitano																
Motocicleta																
Mototaxi																
Auto																
Taxi																
Combi																
Microbus																
Bus																
Camion de Carga																
Total																

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Reconocimiento vuelo de dron – 7:00 am a 8:00 am



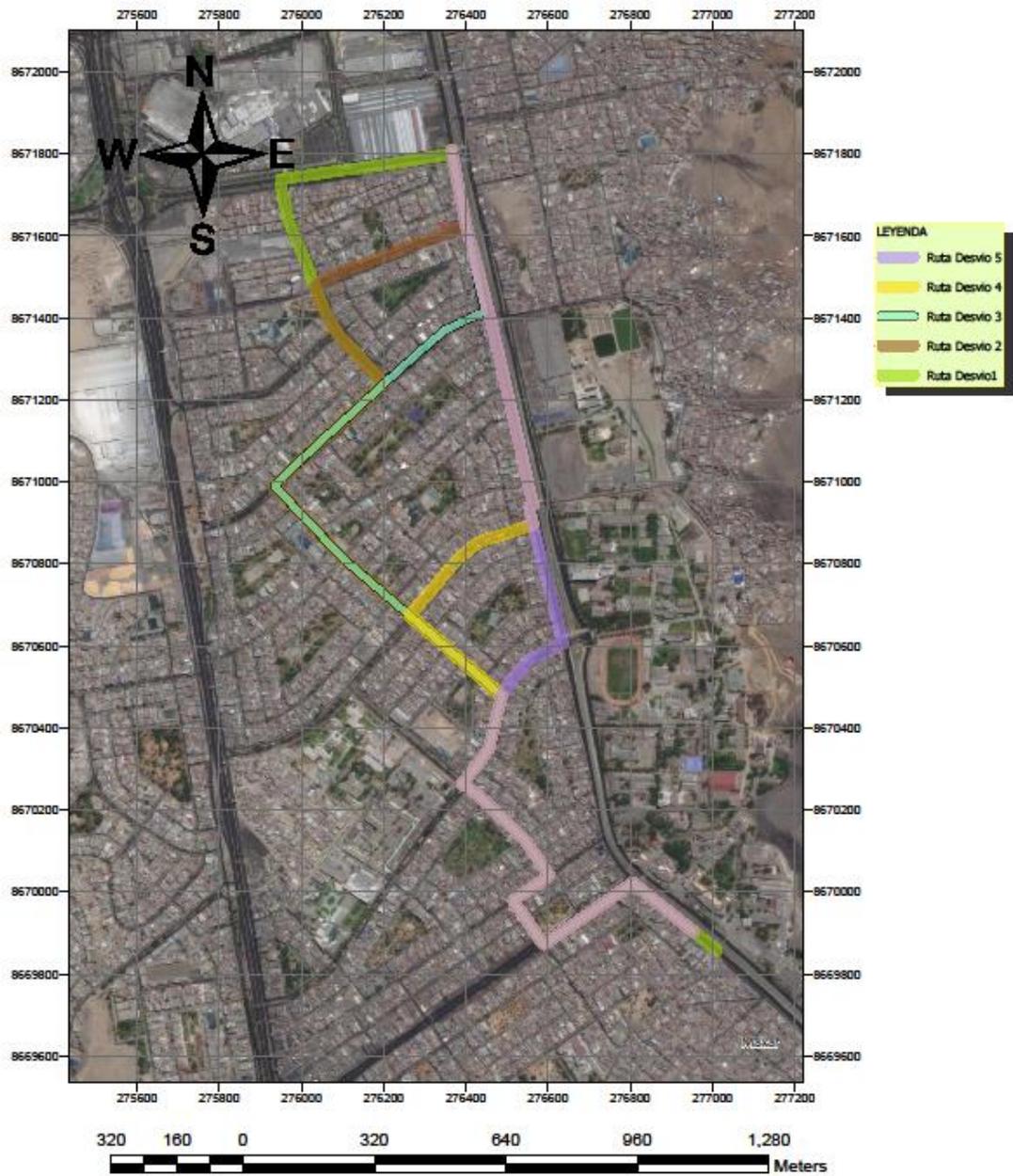
Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Reconocimiento vuelo de dron – 7:00 pm a 8:00 pm



Fuente: Elaboración propia

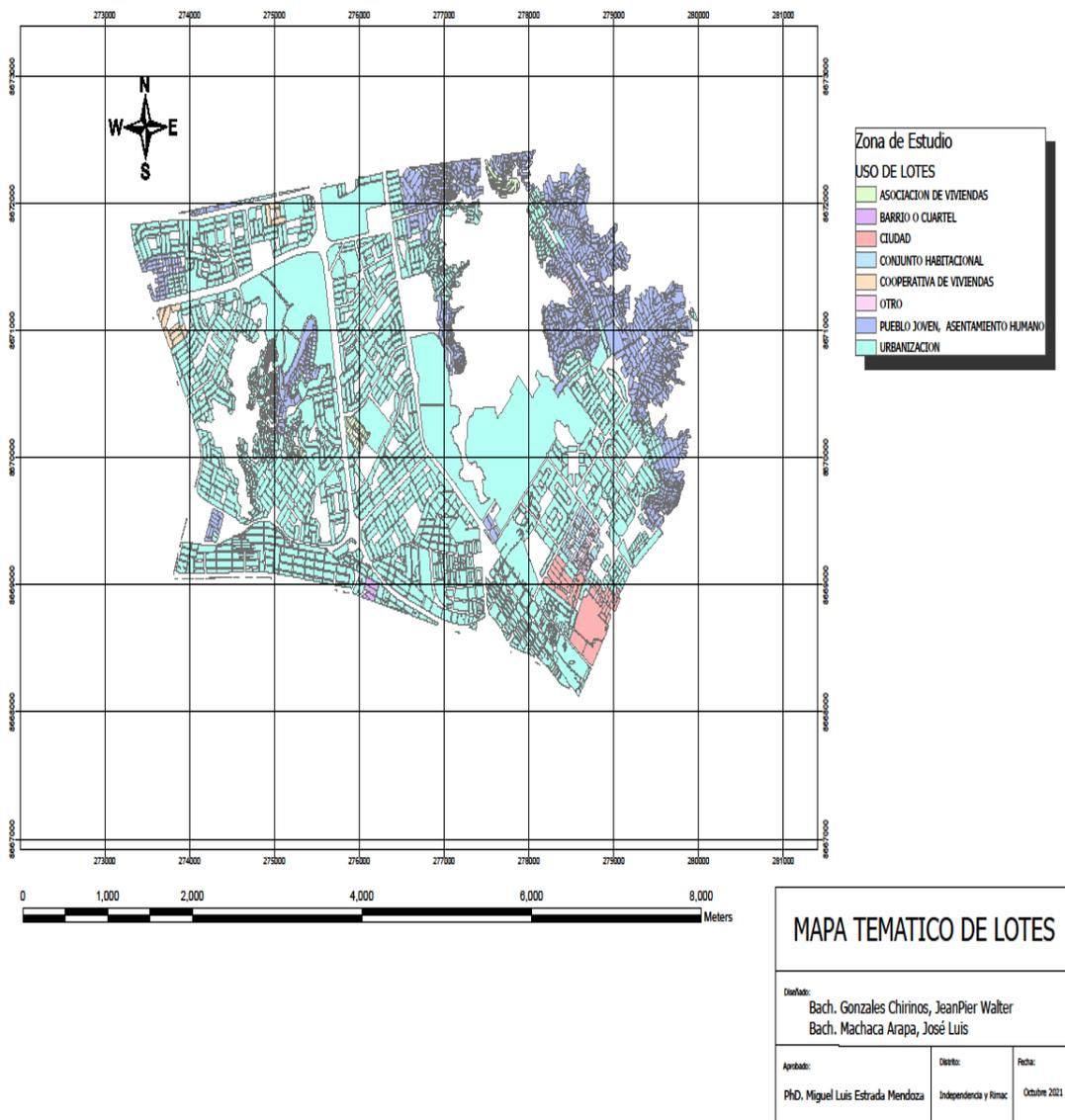
Anexo 6: Mapa temático rutas alternas



MAPA TEMATICO DE RUTAS ALTERNAS	
Diseño: Bach. Gonzales Chirinos, Jeanpier Walter Bach. Machaca Arapa, José Luis	Fecha: Octubre 2021
Aprobado: PhD. Miguel Estrada Mendoza	Dibujó: Independencia y Rimac

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7: Mapa temático INEI



Fuente: Elaboración propia