

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE
COMUNICACIÓN



“ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR DE LA CIUDAD DE TUPIZA”

Por:

GIMENA TORREZ FUENTES

SEMESTRE I - 2022

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA:

Este trabajo dedico con todo cariño a mis padres: Maximiliano Torrez y Martha Fuentes; por su comprensión, confianza y dedicación que supieron brindarme para alcanzar esta meta de mi vida, ayudando a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

ÍNDICE

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

	Página
1.1 Introducción	1
1.2 Justificación	2
1.3 Planteamiento del problema.....	3
1.3.1 Situación Problemática	3
1.3.2 Problema	3
1.4 Objetivos	4
1.4.1 Objetivo General	4
1.4.2 Objetivos Específicos.....	4
1.5 Diseño metodológico	4
1.5.1 Aforos de Volúmenes.....	4
1.5.2 Aforo de Tiempos para la Velocidad de Punto	5
1.5.3 Cálculo de Capacidades	5
1.5.4 Cálculo del Nivel de Servicio	6
1.5.5 Cálculo de la semaforización	6
1.5.6 Componentes.....	6
1.6 Métodos y técnicas empleadas	6
1.6.1 Métodos de aforo	6
1.6.2 Descripción de los instrumentos para la obtención de datos	7
1.6.3 Procedimientos de aplicación.....	10
1.6.3.1 Método manual para el aforo de volúmenes	10
1.6.3.2 Método del cronometro para aforos de tiempos para cálculos de velocidades....	10
1.6.4 Procedimiento para el análisis y la interpretación de la información	10
1.6.4.1 Tratamiento de los datos (empleo de la estadística)	10
1.7 Alcance.....	11

CAPÍTULO II

CONCEPTOS Y ELEMENTOS FUNDAMENTALES DE LA INGENIERÍA DEL TRÁFICO

	Página
2.1 Definición.....	13
2.2 Problema del tráfico	13
2.3 Solución al problema de tráfico	13
2.3.1 Solución integral	13
2.3.2 Solución de alto costo	14
2.3.3 Solución de bajo costo	14
2.4 Bases de solución	15
2.4.1 Ingeniería de tráfico	15
2.4.2 Educación vial.....	15
2.4.3 La legislación y vigilancia policiaca.....	16
2.5 Metodología de ingeniería de tráfico	16
2.5.1 Recopilación de los datos.....	17
2.5.2 Procesamiento de Información.....	18
2.5.3 Análisis de la información procesada	19
2.5.4 Planteamiento de soluciones	19
2.6 Elementos fundamentales del tráfico	20
2.6.1 Elemento usuario.....	20
2.6.2 Elemento vehículo.....	22
2.6.2.1 Características del vehículo	22
2.6.3 Elemento vía	25
2.6.3.1 Clasificación de una red vial.....	25
2.7 Características geométricas.....	28
2.8 Parámetros fundamentales del tráfico	29
2.8.1 Velocidad (v).....	29
2.8.1.1 Velocidad de punto o fijo libre	30
2.8.1.2 Velocidad de recorrido total.....	31

2.8.1.3 Velocidad de cruceo	31
2.8.1.4 Velocidad directriz o de diseño.....	31
2.8.1.5 Velocidad de circulación media.....	31
2.8.1.6 Velocidad percentil	32
2.8.2 Volumen.....	32
2.8.2.1 Uso de los volúmenes de tráfico	33
2.8.2.2 Estudio de volúmenes de tránsito.....	33
2.8.2.3 Grado de comportamiento de los vehículos	35
2.8.2.3.1 Trafico promedio Horario (TPH).....	35
2.8.2.3.2 Trafico promedio Diario (TPD)	36
2.8.3 Densidad vehicular.....	37
2.8.3.1 Variables relacionadas con la densidad	37
2.9 Capacidad.....	38
2.9.1 Capacidad y Nivel de servicio de una vía	38
2.9.2 Determinación de la capacidad en vías interrumpidas con el método HCM de los EEUU versión 1985.....	39
2.10 Determinación de niveles de servicio	43
2.10.1 Nivel de servicio según invias	44
2.11 Semaforización.....	47
2.11.1 Definición y función de los semáforos	47
2.11.2 Elementos que componen un semáforo	47
2.11.3 Clasificación.....	48
2.11.4 Tipos de semáforos vehiculares y peatonales	48
2.11.5 Determinación de Fases	58
2.11.6 Coordinación de semáforos.....	60
2.12. Señalización vial	61
2.12.1. Señales	61
2.12.1.1. Señalización vertical	62
2.12.1.2. Señales restrictivas	63
2.12.1.3. Señales preventivas	64

2.12.1.4. Señales informativas	65
2.12.2. Señalización horizontal	66
2.12.2.1. Marcas en el pavimento	66
2.12.2.2. Clasificación.....	66
2.6.2.2.3. Significado de formas y colores.....	67
2.13. Transporte público	67
2.13.1. Modalidades del transporte público urbano	68

CAPÍTULO III

RELEVAMIENTO DE INFORMACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

	Página
3.1 Descripción general de la ciudad de Tupiza	73
3.2 Identificación de las zonas de estudio.....	74
3.3 Parámetros de tráfico	79
3.3.1 Aforos de volúmenes de un día.....	79
3.3.2 Aforos de volúmenes de un mes	91
3.3.3 Porcentaje de vehículos de giro izquierdo y giro derecho	99
3.3.4 Porcentaje de vehículos pesados	105
3.3.5 Aforos de tiempos para la velocidad de punto	112
3.3.6 Calculo de Capacidades y niveles de servicio	114
3.3.7 Semaforización.....	124
3.3.8 Análisis de proyección del tráfico de 10 años posibles problemas a futuro	128
3.3.9 El impacto que causa las motos taxis en relación con otros vehículos	131
3.3.9 Estacionamiento	136
3.3.8 Alternativas de solución.....	137

CAPÍTULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
4.1 Conclusiones	139
4.2 Recomendaciones.....	143

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO I AFOROS DE VOLÚMENES DE UN MES

ANEXO II DATOS DEPURADOS DE AFOROS DE VOLÚMENES

ANEXO III RESUMEN DE AFOROS GIRO IZQUIERDO Y GIRO DERECHO

ANEXO IV VEHÍCULOS PESADOS

ANEXO V AFORO DE TIEMPOS

ANEXO VI VELOCIDADES DE PUNTO CALCULADAS

ANEXO VII VELOCIDADES DEPURADAS

ANEXO VIII CÁLCULO DE CAPACIDADES

ANEXO IX CÁLCULO DE SEMAFORIZACIÓN

ANEXO X CÁLCULO DE ESTACIONAMIENTO

ANEXO XI PLANOS

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. 1 Cámara Fotográfica	8
Figura 1. 2 Plano	8
Figura 1. 3 Cronómetro	9
Figura 1. 4 Flexómetro.....	9
Figura 1. 5 Computadora.....	9
Figura 2. 1 Tráfico vehicular.....	13
Figura 2. 2 Ingenieros de transporte trabajando en gabinete	15
Figura 2. 3 Educación vial en las calles	16
Figura 2. 4 Vigilancia policiaca haciendo cumplir la reglamentación del transporte	16
Figura 2.5 volúmenes vs. tiempo	18
Figura 2. 6 Peatones	21
Figura 2. 7 Técnica aforo manual	34
Figura 2. 8 Técnica aforo Automático	35
Figura 2. 9 Tipos de niveles de servicio.....	45
Figura 2. 10 Componentes de un semáforo.....	48
Figura 2. 11 Semáforos colocados en postes	50
Figura 2. 12 Semáforos montados en ménsula larga sujetan a poste lateral	50
Figura 2. 13 Semáforo montado suspendido por cable	51
Figura 2. 14 Semáforos para peatones	52
Figura 2. 15 Inscripciones en las lentes de semáforos para peatones	53
Figura 2.16 Forma y color de señal restrictiva.....	62
Figura 2.17 Forma y color de señal preventivas	63
Figura 2.18 Señales restrictivas.....	64
Figura 2.19 Señales preventivas.....	65
Figura 2.20 Modalidad de micro	68
Figura 2.21 Modalidad del moto taxi.....	69
Figura 2.22 Modalidad de taxi	70
Figura 3. 1 Localización de Tupiza en Bolivia	73
Figura 3. 2 Vista previa de la ciudad de Tupiza.....	73

Figura 3. 3 Ubicación de los puntos de estudio de la calle Avaroa	74
Figura 3. 4 Ubicación de los puntos de estudio de la calle Chuquisaca.....	74
Figura 3. 5 Ubicación de los puntos de estudio de la Avenida Chichas	75
Figura 3. 6 Ubicación de los puntos de estudio de la calle Santa Cruz.....	75
Figura 3. 7 Ubicación de los puntos de estudio de la calle Cochabamba	76
Figura 3. 8 Ubicación de los puntos de estudio de la Avenida Diego de Almagro	77
Figura 3.9 Comportamiento del tráfico vehicular en distintas horas del día de la Calle Avaroa.....	80
Figura 3. 10 Comportamiento del tráfico vehicular en distintas horas del día de la Avenida R. Chichas de ida.....	82
Figura 3. 11 Comportamiento del tráfico vehicular en distintas horas del día de la Avenida Regimiento Chichas de vuelta.....	83
Figura 3. 12 Comportamiento del tráfico vehicular en distintas horas del día de la Avenida Diego de Almagro de ida.....	85
Figura 3. 13 Comportamiento del tráfico vehicular en distintas horas del día de la Avenida Diego de Almagro de vuelta.....	86
Figura 3. 14 Comportamiento del tráfico vehicular en distintas horas del día de la Calle Chuquisaca.....	88
Figura 3. 15 Comportamiento del tráfico vehicular en distintas horas del día de la Calle Chuquisaca.....	89
Figura 3. 16 Comportamiento del tráfico vehicular en distintas horas del día de la Calle Chuquisaca.....	91
Figura 3. 17 Comportamiento del tráfico vehicular de 10 años posibles problemas a futuro.....	130

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 2.1 Dimensiones de automóviles	23
Tabla 2.2 Dimensiones de camiones	23
Tabla 2.3 Dimensiones de autobuses	24
Tabla 2.4 Anchos de carril	28
Tabla 2.5 Ábacos de capacidad de vías interrumpidas un acceso.....	40
Tabla 2.6 Ábacos de capacidad de vías interrumpidas dos accesos.....	41
Tabla 2.7 Niveles de servicio método HCM.....	44
Tabla 2.8 Condición N°1 volúmenes mínimos	55
Tabla 2.9 Condición N° 2 demoras en el tránsito.....	56
Tabla 2.10 Condición N.º 3 volumen mínimo de peatones.....	56
Tabla 3.1 Calle Avaroa	80
Tabla 3.2 Avenida Regimiento Chichas de ida.....	81
Tabla 3.3 Avenida Regimiento Chichas de vuelta	83
Tabla 3.4 Avenida Diego de Almagro de ida.....	84
Tabla 3.5 Avenida Diego de Almagro de vuelta.....	86
Tabla 3.6 Calle Chuquisaca	87
Tabla 3.7 Calle Cochabamba	89
Tabla 3.8 Calle Santa Cruz.....	90
Tabla 3.9 Promedio finales de aforos de volúmenes por intersecciones.....	93
Tabla 3.10 Promedio Finales de aforos de volúmenes por intersecciones de la calle Regimiento Chichas.....	94
Tabla 3.11 Promedio Finales de aforos de volúmenes por intersecciones de la calle Chuquisaca.....	95
Tabla 3.12 Promedio Finales de aforos de volúmenes por intersecciones de la calle Santa Cruz.....	96
Tabla 3.13 Promedio Finales de aforos de volúmenes por intersecciones de la calle Cochabamba.....	97

Tabla 3.14 Promedio Finales de aforos de volúmenes por intersecciones de la avenida Diego De Almagro.....	98
Tabla 3.15 Promedio Finales de porcentajes de giros de la calle Avaroa.....	99
Tabla 3.16 Promedio Finales de porcentajes de giros de la Avenida Regimiento Chichas.....	100
Tabla 3.17 Promedio Finales de porcentajes de giros de la calle Chuquisaca.....	101
Tabla 3.18 Promedio Finales de porcentajes de giros de la calle Santa Cruz.....	102
Tabla 3.19 Promedio Finales de porcentajes de giros de la calle Cochabamba.....	103
Tabla 3.20 Promedio Finales de porcentajes de giros de la Avenida Diego de Almagro.....	104
Tabla 3.21 Porcentaje (%) de vehículos pesados de la calle Avaroa.....	106
Tabla 3.22 Porcentaje (%) de vehículos pesados de la avenida Regimiento Chichas ...	107
Tabla 3.23 Porcentaje (%) de vehículos pesados de la calle Chuquisaca.....	108
Tabla 3.24 Porcentaje (%) de vehículos pesados de la calle Santa Cruz.....	109
Tabla 3.25 Porcentaje (%) de vehículos pesados de la calle Cochabamba.....	110
Tabla 3.26 Porcentaje (%) de vehículos pesados de la avenida Diego de Almagro.....	111
Tabla 3.27 Promedio final de velocidades de punto (km/).....	114
Tabla 3.28 Capacidad y Nivel de servicio.....	118
Tabla 3.29 Capacidad y Nivel de servicio.....	119
Tabla 3.30 Capacidad y Nivel de servicio.....	120
Tabla 3.31 Capacidad y Nivel de servicio.....	121
Tabla 3.32 Capacidad y nivel de servicio.....	122
Tabla 3.33 Capacidad y Nivel de servicio.....	123
Tabla 3.34 Resumen de tiempos de ciclo finales.....	127
Tabla 3.35 Crecimiento vehicular.....	128
Tabla 3.36 Resumen del tráfico futuro año vs. proyecciones.....	130
Tabla 3.37 Cantidad de moto taxis, vehículos livianos, medianos y pesados de la calle Avaroa.....	131
Tabla 3.38 Porcentaje de moto taxis, vehículos livianos, medianos y pesados de la calle Avaroa.....	131
Tabla 3.39 Cantidad de moto taxis, vehículos livianos, medianos y pesados	

de la avenida Regimiento Chichas.....	132
Tabla 3.40 Porcentaje de moto taxis con respecto a vehículos livianos, medianos y pesados de la avenida Regimiento Chichas.....	132
Tabla 3.41 Cantidad de moto taxis con respecto a vehículos livianos, medianos y pesados de la calle Chuquisaca.....	132
Tabla 3.42 Porcentaje de moto taxis con respecto a vehículos livianos, medianos y pesados de la calle Chuquisaca.....	133
Tabla 3.43 Cantidad de moto taxis con respecto a vehículos livianos, medianos y pesados de la calle Santa Cruz.....	133
Tabla 3.44 Porcentaje de moto taxis con respecto a vehículos livianos, medianos y pesados de la calle Santa Cruz.....	133
Tabla 3.45 Cantidad de moto taxis con respecto a vehículos livianos, medianos y pesados de la calle Cochabamba.....	134
Tabla 3.46 Porcentaje de moto taxis con respecto a vehículos livianos, medianos y pesados de la calle Cochabamba.....	134
Tabla 3.47 Cantidad de moto taxis con respecto a vehículos livianos, medianos y pesados de la avenida Diego de Almagro.....	135
Tabla 3.48 Porcentaje de moto taxis con respecto a vehículos livianos, medianos y pesados de la calle avenida Diego de Almagro.....	135
Tabla 3.49 Resultados de los estacionamientos.....	136