

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**“EVALUACIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR EN INTERSECCIONES
AVENIDA CIRCUNVALACIÓN Y CALLE BOLIVAR EN LA CIUDAD DE
CARAPARÍ”**

POR:

CARLOS GUSTAVO ARAMAYO ROJAS

PROYECTO DE APLICACIÓN presentado a consideración de la “**UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**”, como requisito para optar el grado
académico de licenciatura en **INGENIERÍA CIVIL**

SEMESTRE II - 2025

TARIJA-BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“EVALUACIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR EN INTERSECCIONES
AVENIDA CIRCUNVALACIÓN Y CALLE BOLIVAR EN LA CIUDAD DE
CARAPARÍ”**

POR:

CARLOS GUSTAVO ARAMAYO ROJAS

SEMESTRE II - 2025

TARIJA-BOLIVIA

DEDICATORIA

A DIOS por darme las fuerzas, sabiduría y fortaleza para continuar con este proceso para obtener uno de mis anhelos más deseados, a mi Familia por ser un pilar fundamental en apoyo, a mis padres por la motivación que me dieron y el orgullo de ser lo que seré. Gracias a mi hijo por entender que, durante el desarrollo de este proyecto, fue necesario sacrificar situaciones y momentos a su lado para así poder completar exitosamente mi trabajo académico, todos mis esfuerzos han valido la pena porque has estado a mi lado, iluminándome con tu amor. GUSTAVO.

ÍNDICE GENERAL CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN 1

1. Antecedentes.....	1
1.2 Situación problemática	2
1.2.1 Problema de investigación.....	3
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4
1.5 Hipótesis.....	5
1.6 Variables	5
1.6.1 Variable independiente	5
1.6.2 Variable dependiente	5
1.7 Procedimiento para el análisis y la interpretación de la información.....	7
1.7.1 Estadística descriptiva	7
1.8 Alcance del proyecto	8

CAPÍTULO II FUNDAMENTOS DE LA INGENIERIA DE TRÁFICO

2.1 Concepto de la ingeniería de tráfico	10
2.1.1 Evolución de tráfico	10
2.1.1.1 El automóvil	10
2.1.1.2 Calles	11
2.2 Elementos de la ingeniería de tráfico	11
2.2.1 El Usuario.....	11
2.2.2 El Conductor.....	11
2.2.3 El Peatón.....	12
2.2.4 Vehículo.....	13
2.2.4.1 Tipos de vehículos	13
2.2.4.2 Dimensiones y pesos	16
2.3 Parámetros fundamentales de tráfico.....	16
2.3.1 Volumen e Intensidad de tráfico	17
2.3.1.1 Tipos de métodos de aforos de volúmenes	18
2.3.1.2 Composición del volumen	20

2.3.1.3 Periodo de Aforo.....	21
2.3.2 Velocidad.....	22
2.3.2.1 Tipos de Velocidades	23
2.3.2.2 Métodos de medición de velocidad:	25
2.3.3 Densidad.....	27
2.3.3.1 Determinación de la densidad	27
2.3.3.2 Capacidad	27
2.3.3.2.1 Análisis de capacidad	28
2.3.4 Determinación de la capacidad en vías interrumpidas con el método HCM 2000	29
2.3.5 Niveles de servicio	32
2.3.5.1 Determinación de la capacidad y nivel de servicio.....	35
2.3.6 Señalización vial.....	36
2.3.6.1 Señales de transito	36
2.3.6.1.1 Señalización vertical.....	36
2.3.6.1.2 Señales preventivas	43
2.3.6.1.3 Señales reglamentarias o restrictivas.....	46
2.3.6.1.4 Líneas transversales.....	52
2.3.6.1.5 Símbolos y leyendas	56
2.3.6.2 Otras demarcaciones.....	59
2.3.6.2.1 Achurado	59
2.3.6.2.2 Resaltos.....	60
2.3.7 Definición y función de los semáforos.....	61
2.3.7.1 Clasificación de semáforos.....	62
2.3.7.1.1 Semáforos para el control de tránsito de vehículos	62
2.3.7.1.2 Semáforos para el control de pasos peatonales	62
2.3.7.1.3 Semáforos especiales.....	62
2.3.7.2 Tipos de semáforos.....	63
2.3.7.2.1 Semáforos vehiculares.....	63
2.3.7.2.2 Semáforos peatonales	66
2.3.7.3 Características de los semáforos vehiculares	66
2.3.7.4 Condiciones para la instalación de semáforos.....	67

2.3.7.5 Determinación de ciclo y fase	71
2.3.8 Estacionamiento	74
2.3.8.1 Definición	74
2.3.8.2 Causas del estacionamiento	74
2.3.8.3 Tipos de estacionamientos	75
2.3.9 Oferta y demanda en estacionamiento dentro de la vía	77

CAPÍTULO III APLICACIÓN PRÁCTICA

3.1 Ubicación	80
3.2 Características de los tramos	82
3.2.1 Centro de la ciudad de Caraparí	83
3.3 Estudio del tráfico en el área de estudio	84
3.3.1 Ubicación de puntos de estudio	84
3.3.2 Aforo de volúmenes	85
3.3.2.1 Aforos de volúmenes de un día para determinar las horas pico	85
3.3.3 Procedimiento de medición de velocidad de punto	91
3.3.3.1 Aforos de velocidad de punto de vehículos	92
3.3.4 Densidad vehicular	96
3.3.4.1 Determinación de la densidad vehicular	96
3.3.4.1.1 Densidad vehicular en la Av. Circunvalación entre Bolívar y Campero	96
3.3.5 Capacidad vehicular	98
3.3.5.1 Determinación de la capacidad	98
3.3.5.1.1 Cálculo de la capacidad de la Av. Circunvalación entre las calles Bolívar y Campero	99
3.3.6 Señalización	103
3.3.7 Semaforización	103
3.3.8 Estacionamiento	113
3.3.8.1 Estacionamiento de vehículos	113
3.3.8.1.1 Tramo Av. Circunvalación entre la calle Bolívar y calle Campero	114
3.4 Análisis de resultados	117
3.4.1 Análisis Velocidad de punto	117
3.4.1.1 Comportamiento de la velocidad en los tramos estudiados	117

3.4.2	Análisis de Volúmenes en los tramos estudiados	118
3.4.2.1	Comportamiento de los volúmenes en los tramos estudiados	118
3.4.3	Análisis de Densidad Vehicular	120
3.4.3.1	Comportamiento de la Densidad Vehicular en los tramos estudiados.....	121
3.4.4	Análisis de Capacidad y Nivel de servicio	122
3.4.4.1	Capacidad y nivel de servicio de los tramos estudiados.....	122
3.4.5	Análisis de resultado de Estacionamiento Vehicular	128
3.4.5.1	Resumen de estacionamiento vehicular.....	128

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES	Y	RECOMENDACIONES
4.1 Conclusiones		132
4.2 Recomendaciones		135

Página

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO 1.- Recopilación de datos
- ANEXO 2.- Procedimientos de velocidades
- ANEXO 3.- Procedimientos de volúmenes mensuales
- ANEXO 4.- Capacidades y Nivel de Servicio
- ANEXO 5.- Semaforización
- ANEXO 6.- Estacionamiento
- ANEXO 7.- Reporte fotográfico de la zona de estudio

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla N° 1.1 Variables independientes	5
Tabla N° 1.2 Variables dependientes	6
Tabla N° 2.1 Clasificación de Vehículos	15
Tabla N° 2.2 Dimensiones de vehículos que circulan en la vía	16
Tabla N° 2.3 Planilla de aforos	19
Tabla N° 2.3 Nivel de servicio	35
Tabla N° 2.4 Distancia mínima (m.) entre señales	39
Tabla N° 2.5 Ubicación transversal de señales verticales (distancia y altura)	39
Tabla N° 2.6 Condición N° 1 volúmenes mínimos	67
Tabla N° 2.7 Condición N° 2 demoras en el tránsito	68
Tabla N° 2.8 Condición N° 3 volumen mínimo de peatones	69
Tabla N° 2.9 Valores recomendables	76
Tabla N° 3.13 Resumen de horario de volúmenes en la Av. Circunvalación	86
Tabla N° 3.14 Volúmenes de vehículos de la Av. Circunvalación entre las calles Bolívar y Campero	88
Tabla N° 3.15 Resumen de volúmenes de vehículos de las calles de estudio	90
Tabla N° 3.1 Velocidad de punto de vehículos Av. Circunvalación	93
Tabla N° 3.2 Velocidad de punto de vehículos calle Bolívar	93
Tabla N° 3.3 Velocidad de punto de vehículos calle comercio	94
Tabla N° 3.4 Velocidad de punto de vehículos calle campero	94
Tabla N° 3.5 Velocidad de punto de vehículos calle 6 de Agosto	94
Tabla N° 3.6 Velocidad de punto de vehículos calle Junín	94
Tabla N° 3.7 Velocidad de punto de vehículos calle Luis Sanchez.....	95
Tabla N° 3.8 Velocidad de punto de vehículos Av. Virgen de Guadalupe	95
Tabla N° 3.9 Velocidad de punto de vehículos calle San Pedro	95
Tabla N° 3.10 Velocidad de punto de vehículos calle Aguaragüe	95
Tabla N° 3.11 Velocidad de punto de vehículos calle Gral. Pando	96
Tabla N° 3.12 Resumen de Velocidad de punto de las calles de estudio	96
Tabla N° 3.16 Resumen de Densidad vehicular de las calles de estudio	97
Tabla N° 3.17 Resumen de Capacidad vehicular de las calles de estudio	102

Tabla N° 3.18 Señalización en intersecciones.....	103
Tabla N° 3.19 Intersecciones y volúmenes en el área de estudio.....	104
Tabla N° 3.20 Volumen mínimo de vehículos	104
Tabla N° 3.21 Análisis 1ra condición	105
Tabla N° 3.22 2da Condición de demoras en el tráfico	106
Tabla N° 3.23 Análisis 2da condición	106
Tabla N° 3.24 3ra Condición mínima de peatones	107
Tabla N° 3.25 Recuentos de volúmenes de peatones	107
Tabla N° 3.25 Análisis de 3ra condición	108
Tabla N° 3.26 4ta condición	109
Tabla N° 3.27 Análisis de 5ta condición	110
Tabla N° 3.28 Vehículos estacionados	115
Tabla N° 3.29 Resumen de Oferta y Demanda de Estacionamientos de Vehículos	116
Tabla N° 3.30 Volúmenes en los tramos estudiados	118
Tabla N° 3.31 Nivel de servicio	124
Tabla N° 3.32 Resumen de estacionamiento de vehículos	128
Tabla N° 3.33 Resumen los resultados obtenidos en función al problema y la solución de cada intersección	130

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1.1 Proyección de datos poblacionales de INE 2012-2017	2
Figura 2.1 Aparición de los primeros automóviles	11
Figura 2.2 Conductor	12
Figura 2.3 Peatón	12
Figura 2.4 Tipo de Vehículo Ligero	13
Figura 2.5 Tipo de Vehículo Mediano	14
Figura 2.6 Tipo de Vehículo Pesado	14
Figura 2.7 Tipo de Tracto camión	15
Figura 2.8 Cronómetro	26
Figura 2.9 Radar métrico.....	26

Figura 2.10 Capacidad ideal para acceso de dos sentidos	30
Figura 2.11 Capacidad ideal para acceso de un solo sentidos	30
Figura 2.12 Nivel de servicio A	32
Figura 2.13 Nivel de servicio B	33
Figura 2.14 Nivel de servicio C	33
Figura 2.15 Nivel de servicio D	34
Figura 2.16 Nivel de servicio E.....	34
Figura 2.17 Nivel de servicio F	35
Figura 2.18 Diagrama cromático CIE 1931 para señales verticales	38
Figura 2.19 Ubicación transversal de señales verticales (distancia y altura)	40
Figura 2.20 Orientación de la señal (perspectiva horizontal)	41
Figura 2.21 Orientación de la señal (perspectiva vertical)	41
Figura 2.22 Orientación de la señal (perspectiva vertical)	42
Figura 2.23 Señales preventivas 1-25	44
Figura 2.24 Señales preventivas 26-55	45
Figura 2.25 Señales preventivas 56-68	46
Figura 2.26 Señales reglamentarias 1-25	48
Figura 2.27 Señales reglamentarias 26-43	49
Figura 2.28 Líneas de pistas segmentadas	51
Figura 2.29 Demarcacion para pistas auxiliares de incorporación y egreso	51
Figura 2.30 Caso de pista de incorporación y egreso.....	52
Figura 2.31 Línea de detención ceda el paso	53
Figura 2.32 Determinación en cruce regulado señal ceda el paso	53
Figura 2.33 Señalización horizontal en cruce regulado señal pare	54
Figura 2.34 Largo de peatones a un alto flujo peatonal	55
Figura 2.35 Dimensiones demarcación peatonal semaforizado	55
Figura 2.36 Flecha recta.	56
Figura 2.37 Flecha de viraje	57
Figura 2.38 Flecha recta y de viraje	58
Figura 2.39 Flecha recta y de salida	59
Figura 2.40 Achurado	60
Figura 2.41 Resalto	61

Figura 2.42 Semáforos montados en postes	64
Figura 2.43 Semáforo montado en ménsula larga sujeta a parte lateral	65
Figura 2.44 Semáforo montado suspendido por cables	65
Figura 2.45 Semáforo en zonas escolares	66
Figura 2.46 Semáforo para la indicación para dar paso a peatones	66
Figura 3.1 Mapa de Bolivia	80
Figura 3.2 Plano regional de Tarija	81
Figura 3.3 Plano de la provincia Gran Chaco	81
Figura 3.4 Plano del municipio de Caraparí.....	82
Figura 3.5 Plano de intersecciones en el área de estudio	85
Figura 3.7 Horas pico de los aforos en la Av. Circunvalación	87
Figura 3.6 Intersección Av. Circunvalacion y Bolivar	93
Figura 3.8 Ábaco de capacidad teórica	99
Figura 3.9 Velocidad de punto en los tramos estudiados	117
Figura 3.10 Grafica de Volúmenes de aforo en el área de estudio	120
Figura 3.11 Comportamiento de la Densidad Vehicular	121
Figura 3.12 Capacidad Real en el área de estudio	123
Figura 3.13 Oferta y Demanda de Vehículos en el centro de la ciudad	129