

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**“COMPARACIÓN ENTRE EL MÉTODO HCM 2010 CON EL SOFTWARE
VISSIM PARA DETERMINAR EL NIVEL DE SERVICIO EN
INTERSECCIONES DEL CASCO VIEJO DE LA CIUDAD DE TARIJA”**

Por:

EDWIN ANIBAL GARECA GUERRERO

Proyecto de grado presentado a consideración de la **“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar el grado académico

Licenciatura en Ingeniería Civil

SEMESTRE II - 2024

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado con el sentimiento más profundo de agradecimiento está dedicado a Dios y a mis padres:

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I

INTRODUCCION

	Página
1.1. Introducción	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Planteamiento del problema.....	3
1.3.1. Situación Problemática	3
1.3.2. Formulación del Problema	3
1.4. Objetivos de la Investigación.....	4
1.4.1. Objetivo General	4
1.4.2. Objetivos Específicos.....	4
1.5. Planteamiento de la Hipótesis y sus Variables.....	4
1.5.1. Formulación de la Hipótesis.....	4
1.5.2. Identificación y conceptualización de variables	4
1.5.3. Conceptualización y operacionalización de las variables	5
1.6. Determinación del alcance de la investigación	5

CAPÍTULO II

ESTADO DE CONOCIMIENTO DE LA INGENIERÍA DE TRÁFICO SOBRE EL HCM 2010 Y EL SOFTWARE VISSIM

	Página
2.1. Ingeniería de tráfico	8
2.1.1. Definición de tráfico	8
2.2. Objetivos y alcance de la ingeniería de tráfico	9
2.2.1. Características del tránsito	9
2.2.2. Reglamentación del tránsito.....	9
2.2.3. Señalamiento y dispositivos de control.....	9
2.2.4. Planificación vial.....	10
2.2.5. Administración.....	10
2.3. Componentes de la ingeniería de tráfico	10
2.3.1. Usuario	11

2.3.1.1. El Peatón	11
2.3.1.2. Conductor.....	12
2.3.1.2.1. Factores que pueden modificar las facultades del individuo en el tiempo de reacción.	12
2.3.1.2.2. Características del conductor	13
2.3.2. Vehículo	14
2.3.2.1. Clasificación y características del vehículo de proyecto.....	14
2.3.2.1.1. Según el tamaño	15
2.3.2.1.2. Según su función.....	15
2.3.3. La vialidad o vía.....	16
2.3.3.1. Clasificación de las vías	16
2.3.3.2. Partes integrantes de una vía	19
2.4. Parámetros fundamentales del tráfico.	21
2.4.1. Volumen de Tráfico	22
2.4.1.1. Volumen de tráfico.....	22
2.4.1.2. Volúmenes de tránsito absolutos o totales	23
2.4.1.3. Volúmenes de tránsito promedio diarios	23
2.4.1.4. Volúmenes de tránsito horarios.....	24
2.4.1.5. Uso de los volúmenes de tránsito.....	25
2.4.1.5.1. Uso general de los volúmenes de tránsito	25
2.4.1.5.2. Uso específico de los volúmenes de tránsito.....	27
2.4.1.6. Características de los volúmenes de tránsito.....	28
2.4.1.6.1. Distribución y composición del volumen de tránsito.....	29
2.4.1.6.2. Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda	29
2.4.1.6.3. Variación horaria del volumen de tránsito	30
2.4.1.6.4. Variación diaria del volumen de tránsito	30
2.4.1.6.5. Variación mensual del volumen de tránsito	30
2.4.1.7. Estudio de volúmenes de tránsito.....	31
2.4.1.8. Aforo de volúmenes de tráfico.....	31
2.4.1.8.1. Métodos de aforo.....	32
2.4.2. Velocidad	34

2.4.2.1. Velocidad de punto	35
2.4.2.2. Velocidad media temporal	36
2.4.2.3. Velocidad media espacial.....	37
2.4.2.4. Velocidad de recorrido	37
2.4.2.5. Velocidad de marcha.....	38
2.4.2.4. Velocidad del proyecto	38
2.4.2.5. Estudios de velocidad.....	39
2.4.2.5.1. Estudios de velocidad de punto.....	39
2.4.2.5.2. Estudios de velocidad de recorrido	40
2.4.3. Densidad.....	41
2.5. Semaforización.....	42
2.5.1. Ventajas y desventajas	42
2.5.1.1. Ventajas.....	42
2.5.1.2. Desventajas	43
2.5.2. Componentes de un semáforo	44
2.5.3. Tipos de semáforos	45
2.6. Longitud de cola.....	49
2.7. Demoras	50
2.7. Capacidad vial.....	51
2.7.1. Capacidad vial.....	51
2.7.2. Nivel de servicio	52
2.7.3. Nivel de servicio en intersecciones con semáforos	53
2.8. Metodología del manual HCM 2010 en intersecciones semaforizadas	57
2.8.1. Nivel de servicio según HCM 2010	57
2.9. Metodología del software VISSIM	69
2.9.1. Funcionamiento del software VISSIM.....	70
2.9.2. Parámetros de entrada del modelo	70
2.9.3. Modelo de seguimiento vehicular	71
2.9.4. Modelo de cambio de carril.....	72
2.9.5. Calibración del modelo	73
2.10. Metodología del método AASHTO	75

2.10.1. Nivel de servicio según AASHTO	75
2.10.2. Análisis de la capacidad vehicular	76
2.10.2.1. Capacidad en vías interrumpidas	77

CAPÍTULO III

APLICACIÓN PRÁCTICA SOBRE LA COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS HCM 2010 Y VISSIM EN EL CASCO VIEJO DE LA CIUDAD DE TARIJA

	Página
3.1. Ubicación del área de estudio	79
3.2. Delimitación del área de estudio	80
3.3. Características del área de estudio	82
3.4. Relevamiento de información	83
3.4.1. Determinación de horas pico.....	83
3.4.1.1. Resultados hora pico	86
3.4.2. Aforo volumen vehicular	87
3.4.2.1. Depuración de volumen vehicular	91
3.4.2.2. Resumen de los Resultados de volumen vehicular	100
3.4.3. Aforo de velocidades.....	102
3.4.3.1. Depuración de velocidades	104
3.4.3.2. Resumen de los Resultados de velocidades	108
3.4.4. Determinación del ciclo de semáforos	109
3.4.5. Ancho de carril.....	111
3.4.6. Maniobras de estacionamiento y vehículos que paran.....	111
3.4.7. Longitud de cola.....	113
3.4.8. Tiempo de recorrido.....	116
3.5. Determinación del nivel de servicio por el método HCM 2010	118
3.5.1. Parámetros de entrada	118
3.5.2. Procedimiento para calcular el nivel de servicio por el método HCM 2010	121
3.5.3. Resultados de niveles de servicio obtenido manualmente según el HCM 2010	131
3.6. Determinación del nivel de servicio por el software VISSIM	133
3.6.1. Parámetros de entrada	133
3.6.2. Proceso de construcción del modelo	137

3.6.3. Calibración del modelo	144
3.6.4. Resultados de niveles de servicio obtenido según el software VISSIM	152
3.7. Determinación del nivel de servicio por el método AASHTO	156
3.7.1. Parámetros de entrada	156
3.7.2. Procedimiento para calcular el nivel de servicio por el método AASHTO	158
3.7.3. Resultados de niveles de servicio obtenido por el método AASHTO	159
3.8. Comparación de resultados de niveles de servicio.....	161
3.9. Análisis de resultados.....	165
3.9.1. Diferencia de parámetros	165
3.9.2. Diferencia de Resultados.....	167
3.9.3. Causales de la diferencia de resultados	171
3.9.3.1. Comportamiento de los vehículos.....	171
3.9.3.2. Dimensión de vehículos	172
3.10. Análisis estadístico de confiabilidad.....	175

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
4.1. Conclusiones	180
4.2. Recomendaciones.....	187

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO I	AFORO PARA DETERMINAR HORAS PICO
ANEXO II	AFORO VEHICULAR POR INTERSECCIONES
ANEXO III	AFORO DE VELOCIDAD
ANEXO IV	CICLO DE SEMÁFOROS
ANEXO V	NIVEL DE SERVICIO HCM 2010
ANEXO VI	NIVEL DE SERVICIO AASHTO
ANEXO VII	FOTOGRAFÍAS

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Niveles de servicio en intersecciones con semáforos	56
Tabla 2. Factor de ajuste	61
Tabla 3. Errores admisibles en parámetros para la calibración	74
Tabla 4. Niveles de servicio según AASHTO	76
Tabla 5. Coeficiente por ancho de carril	77
Tabla 6. Coeficiente por ancho de berma	78
Tabla 7. Coeficiente por vehículos pesados.....	78
Tabla 8. Intersecciones del área de estudio.....	81
Tabla 9. Aforos vehiculares para la determinación de horas pico	84
Tabla 10. Resultados para la determinación de horas pico	86
Tabla 11. Hoja de aforo vehicular.....	87
Tabla 12. Aforo sin depurar intersección N° 7 (Calle Bolívar) de 08:00-09:00.....	88
Tabla 13. Aforo sin depurar intersección N° 7 (Calle Bolívar) de 11:00-12:00.....	89
Tabla 14. Aforo sin depurar intersección N° 7 (Calle Bolívar) de 08:00-09:00.....	89
Tabla 15. Aforo sin depurar intersección N° 7 (Calle Campero) de 08:00-09:00	90
Tabla 16. Aforo sin depurar intersección N° 7 (Calle Campero) de 11:00-12:00	90
Tabla 17. Aforo sin depurar intersección N° 7 (Calle Campero) de 19:00-20:00	91
Tabla 18. Depuración de datos intersección N° 7 (Calle Bolívar) de 08:00-09:00	93
Tabla 19. Depuración de datos intersección N° 7 (Calle Bolívar) de 11:00-12:00	94
Tabla 20. Depuración de datos intersección N° 7 (Calle Bolívar) de 19:00-20:00	95
Tabla 21. Depuración de datos intersección N° 7 (Calle Campero) de 08:00-09:00.....	96
Tabla 22. Depuración de datos intersección N° 7 (Calle Campero) de 11:00-12:00.....	97
Tabla 23. Depuración de datos intersección N° 7 (Calle Campero) de 19:00-20:00.....	98
Tabla 24. Resultados de volúmenes vehiculares intersección N° 7 (Bolívar-campero)	99
Tabla 25. Resumen de los resultados de volumen de vehicular	100
Tabla 26. Aforo de velocidades	103
Tabla 27. Depuración de velocidades	106
Tabla 28. Resumen de los Resultados de velocidades	108
Tabla 29. Ciclo semafórico para la intersección (Domingo Paz -Daniel campos)	109

Tabla 30.	Ancho de carril para la zona de estudio	111
Tabla 31.	Número de maniobras y vehículos que paran	112
Tabla 32.	Longitud de cola	114
Tabla 33.	Tiempos de recorrido para la zona de estudio	117
Tabla 34.	Composición vehicular intersección (Domingo Paz- Daniel Campo).....	118
Tabla 35.	Volúmenes vehiculares intersección (Domingo Paz- Daniel Campo).....	119
Tabla 36.	Población de la ciudad de Tarija	123
Tabla 37.	Resultados de niveles de servicio según el método HCM 2010	131
Tabla 38.	Resumen de los resultados de velocidades	134
Tabla 39.	Comparación de longitud de cola	146
Tabla 40.	Comparación de longitud de cola en campo y en VISSIM	148
Tabla 41.	Parámetros de Wiedemann 74 para la calibración.....	151
Tabla 42.	Resultados de niveles de servicio según el software VISSIM.....	154
Tabla 43.	Resumen de los resultados de volumen de vehicular	156
Tabla 44.	Resultados de niveles de servicio según el método AASHTO.....	159
Tabla 45.	Comparación de niveles de servicio entre el HCM 2010 y VISSIM.....	161
Tabla 46.	Comparación de niveles de servicio (HCM 2010-VISSIM-AASHTO)	163
Tabla 47.	Diferencia de parámetros	165
Tabla 48.	Parámetros de calibración	166
Tabla 49.	Niveles de servicio iguales según (HCM 2010 - VISSIM)	167
Tabla 50.	Niveles de servicio diferentes según (HCM 2010 - VISSIM).....	168
Tabla 51.	Niveles de servicio iguales según (HCM 2010 - AASHTO).....	169
Tabla 52.	Niveles de servicio diferentes según (HCM 2010 - AASHTO)	170
Tabla 53.	Resumen estadístico.....	176
Tabla 54.	Comparación de desviaciones estándar	177
Tabla 55.	Horas pico de estudio.....	180
Tabla 56.	Volúmenes por intersección.....	181
Tabla 57.	Velocidad de punto calle Ingavi (O-E).....	182

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Partes integrantes de una vía.....	21
Figura 2. Componentes de un semáforo.....	44
Figura 3. Sistemas de colas en una intersección	50
Figura 4. Nivel de servicio A	53
Figura 5. Nivel de servicio B	54
Figura 6. Nivel de servicio C	54
Figura 7. Nivel de servicio C	55
Figura 8. Nivel de servicio E.....	55
Figura 9. Nivel de servicio F.....	56
Figura 10. Esquema metodológico para el análisis de intersecciones con semáforos ..	57
Figura 11. Fases del modelo de Wiedemann 74.....	72
Figura 12. Modelo de cambio de carril	73
Figura 13. Ubicación del área de proyecto.....	79
Figura 14. Delimitación del área de estudio.....	80
Figura 15. Histograma para identificar las horas pico	86
Figura 16. Resultados de distribución vehicular intersección N° 7 (Bolívar-campero)..	99
Figura 17. Cambios de fase para la intersección (Domingo Paz -Daniel campos)	110
Figura 18. Coordinación de semáforos en la zona de estudio.....	110
Figura 19. Distancia para determinar el tiempo de recorrido.....	116
Figura 20. Ubicación de semáforos en la calle (Domingo Paz -Daniel campos).....	120
Figura 21. Distribución vehicular en la intersección N° 4	121
Figura 22. Velocidades de ingreso a la red	134
Figura 23. Dimensión de los vehículos livianos y medianos	135
Figura 24. Distancia para determinar el tiempo de recorrido.....	136
Figura 25. Vista satelital.....	137
Figura 26. Creación de calle o link	138
Figura 27. Creación de conectores	138
Figura 28. Importación de vehículos al VISSIM	139
Figura 29. Dimensión del vehículo tipo	139

Figura 30. Ingreso de volúmenes vehiculares	140
Figura 31. Ingreso de velocidades vehiculares.....	141
Figura 32. Movimientos de circulación.....	141
Figura 33. Asignación de las áreas de reducción de velocidad.....	142
Figura 34. Reglas de prioridad y zonas de conflicto	143
Figura 35. Asignación de los tiempos de fase.....	144
Figura 36. Configuración de los parámetros de simulación.....	145
Figura 37. Calibración del modelo de seguimiento vehicular.....	148
Figura 38. Configuración de Parámetros de Wiedemann 74	150
Figura 39. Modelo construido de la red	152
Figura 40. Simulación del modelo construido	153
Figura 41. Comparación de tiempos de demora entre el HCM 2010 y VISSIM	163
Figura 42. Comportamiento de los vehículos.....	171
Figura 43. Dimensión de vehículos medianos	172
Figura 44. Dimensión de vehículos livianos	173
Figura 45. Comparación de las dimensiones.....	174
Figura 46. Introducción de datos de demoras (VISSIM-HCM 2010).....	175
Figura 47. Histograma de niveles de servicio según HCM 2010.....	183
Figura 48. Histograma de niveles de servicio según software VISSIM.....	184