

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



**ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR**  
**COMO CONSECUENCIA DEL NUEVO PASO A DESNIVEL EN**  
**LA ZONA DEL “MERCADO CAMPESINO”**

**Por:**

**UNIV.: ELIANA FLORES TERÁN**

**SEMESTRE I - 2017**

**TARIJA — BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DEPARTAMENTO**

**DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**

**ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR  
COMO CONSECUENCIA DEL NUEVO PASO A DESNIVEL EN  
LA ZONA DEL “MERCADO CAMPESINO”**

**Por:**

**UNIV.: ELIANA FLORES TERÁN**

**Proyecto de Grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el  
Grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.**

**SEMESTRE I 2017**

**TARIJA — BOLIVIA**

### **DEDICATORIA:**

A Dios, por estar conmigo en cada paso, por fortalecer a mi corazón e iluminar mi mente, por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi Madre Irma Terán Sanguino, por darme la vida, por tanto cariño, porque ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ha ayudado a salir adelante.

A mis abuelos Roberto Flores y Delia Lizárraga por quererme tanto, por su presencia y apoyo, pese a mis tropiezos y caídas no quitaron su confianza en mí.

A mis hermanas Alejandra y Angélica, por estar conmigo, para que vean en mí un ejemplo a seguir.

A todas aquellas personas que tienen un puesto importante en mí vida, a mi familia en general y a aquellos seres queridos que siempre guardo en mi corazón.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento va dirigido primero a Dios, porque sin él no hubiera sido nada posible.

Agradezco infinitamente a la base de todo esto, mi familia, en especial a mis padres que por medio de sus esfuerzos he logrado culminar mis estudios. Muchas gracias por su paciencia y su cariño.

Así también a todas aquellas personas que estuvieron presentes en la realización de esta meta tan importante para mí, agradecer por toda su ayuda, sus palabras motivadoras, sus conocimientos, sus consejos y su dedicación.

¡Muchas gracias por todo!

**V°B°**

---

**Ing. Marcelo Segovia Cortez**  
**DOCENTE CIV - 502**

---

**M.Sc.Ing. Ernesto R. Álvarez Gozalvez**  
**DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**Y TECNOLOGÍA**

---

**M.Sc.Ing. Silvana Paz Ramírez**  
**VICEDECANA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**Y TECNOLOGÍA**

**TRIBUNAL.-**

---

**Ing. Jhonny Orgaz Fernández**

---

**Ing. Weimar Mejía Mogrovejo**

---

**Ing. Fernando Mur Lagraba**

## **DEDICATORIA**

## **AGRADECIMIENTO**

## **ÍNDICE DE CONTENIDO**

### **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

1.1.	Introducción.....	1
1.2.	Justificación del proyecto de aplicación.....	2
1.3.	Planteamiento del problema .....	2
1.3.1.	Situación problemática.....	2
1.3.2.	Determinación del problema .....	3
1.4.	Objetivo del proyecto de aplicación .....	4
1.4.1.	Objetivo general .....	4
1.4.2.	Objetivos específicos.....	4
1.5.	Hipótesis de la aplicación .....	4
1.6.	Variables dependientes e independientes del estudio de aplicación.....	5
1.7.	Alcance .....	6
1.8.	Diseño metodológico.....	7
1.8.1.	Componentes.....	7
1.8.1.1.	Unidad de estudio .....	7
1.8.1.2.	Población .....	7
1.8.1.3.	Muestra .....	7
1.8.1.4.	Muestreo .....	7
1.9.	Métodos y técnicas empleadas .....	8
1.9.1.	Métodos seleccionados.....	8
1.9.1.1.	Método inductivo .....	8
1.9.1.2.	Técnicas .....	8
1.9.2.	Proceso metodológico .....	9
1.9.2.1.	Esquema de la metodología .....	10
1.9.3.	Tratamiento estadístico .....	11
1.9.4.	Aplicación de instrumentos y equipos .....	11

## **CAPÍTULO II: TRÁFICO VEHICULAR**

2.1.	Ingeniería de tráfico vehicular .....	14
2.2.	Elementos fundamentales del tráfico vehicular .....	14
2.2.1.	Usuario .....	15
2.2.2.	Vehículo .....	15
2.2.3.	Vía .....	15
2.3.	Parámetros de la ingeniería de tráfico vehicular .....	16
2.4.	Volumen vehicular .....	16
2.4.1.	Transito promedio diario (TPD) .....	16
2.4.2.	Transito promedio horario (TPH) .....	16
2.4.3.	Volumen directriz .....	16
2.4.4.	Variación de los volúmenes de tráfico .....	17
2.4.5.	Métodos de aforo .....	18
2.4.6.	Periodo de aforo de tránsito vehicular .....	20
2.4.7.	Clasificación de vehículos de proyecto .....	21
2.4.8.	Alternativas de aforo .....	21
2.5.	Velocidad vehicular .....	21
2.5.1.	Velocidad directriz .....	22
2.5.2.	Velocidad de Recorrido .....	22
2.5.3.	Velocidad de punto .....	22
2.5.4.	Velocidad de Crucero .....	22
2.5.5.	Métodos para determinar la velocidad .....	23
2.6.	Densidad vehicular .....	24
2.7.	Capacidad y nivel de servicio .....	24
2.7.1.	Capacidad .....	24
2.7.2.	Nivel de servicio .....	32
2.7.3.	Factores que afectan a la capacidad y nivel de servicio .....	37
2.8.	Señalización .....	41
2.8.1.	Señalización horizontal .....	43
2.8.2.	Señalización vertical .....	53
2.9.	Semaforización .....	56

2.9.1.	Semáforos para el control del tránsito de vehículos .....	58
2.9.2.	Semáforos para pasos peatonales .....	58
2.9.3.	Semáforos especiales .....	59
2.9.4.	Ventajas y desventajas de la semaforización.....	59
2.10.	Paso a desnivel .....	60
2.10.1.	Características de los pasos a desnivel .....	63
2.10.2.	Señalización y protección de los pasos a desnivel .....	64
2.10.3.	Ventajas y desventajas de los pasos a desnivel .....	64

### **CAPÍTULO III: APLICACIÓN PRÁCTICA DE LA INGENIERÍA DE TRÁFICO VEHICULAR**

3.1.	ENFOQUE DE LA APLICACIÓN.....	66
3.2.	UBICACIÓN DE LOS ACCESOS DE APLICACIÓN .....	66
3.3.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y OPERACIONALES DE LOS ACCESOS DE LA ZONA EN ESTUDIO.....	70
3.4.	MEDICIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA INGENIERÍA DE TRÁFICO ...	71
3.4.1.	Volumen Vehicular.....	71
3.4.2.	Velocidad Vehicular .....	84
3.4.3.	Densidad Vehicular .....	94
3.4.4.	Capacidad y Nivel de Servicio .....	96
3.4.5.	Señalizaciones en la zona en estudio.....	115
3.4.6.	Semaforización en la zona en estudio .....	122
3.5.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....	125
3.5.1.	Análisis de los resultados – volúmenes vehiculares.....	125
3.5.2.	Análisis de los resultados – velocidad vehicular .....	126
3.5.3.	Análisis de los resultados – densidad vehicular .....	128
3.5.4.	Análisis de los resultados – capacidad vehicular y nivel de servicio .....	128
3.6.5.	Observación y analisis de las señalizaciones y semaforización .....	130
3.6.	PROYECCIÓN Y COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA INGENIERÍA DEL TRÁFICO .....	132
3.6.1.	Análisis de la comparación de volúmenes vehiculares .....	132



## **CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1. Conclusiones .....	136
4.2. Recomendaciones .....	138
Bibliografía.....	139

## **ÍNDICE DE ECUACIONES**

Ecuación N°1. Media Aritmética .....	11
Ecuación N°2. Desviación Estándar .....	11
Ecuación N°3. Rango .....	11
Ecuación N°4. Velocidad vehicular .....	22
Ecuación N° 5. Densidad vehicular. ....	24
Ecuación N° 6. Volumen Vehicular Actual.....	125

## **ÍNDICE DE IMÁGENES**

Imagen N° 1. Aforo manual.....	12
Imagen N° 2. Planillas de aforo.....	12
Imagen N° 3. Cronometro.....	13
Imagen N° 4. Cinta métrica.....	13
Imagen N°5. Nivel de Servicio A.....	33
Imagen N°6. Nivel de Servicio B.....	34
Imagen N°7. Nivel de Servicio C.....	34
Imagen N°8. Nivel de Servicio D.....	35
Imagen N°9. Nivel de Servicio E.....	36
Imagen N°10. Nivel de Servicio F.....	36
Imagen N°11. Cruce peatonal demarcado tipo cebra.....	44
Imagen N°12. Cruce peatonal dos líneas transversales.....	44
Imagen N°13. Línea de parada.....	45

Imagen N°14. Línea central discontinua. ....	46
Imagen N°15. Línea continua y otra discontinua juntas al centro. ....	46
Imagen N°16. Línea continua. ....	46
Imagen N°17. Línea amarilla segmentada. ....	47
Imagen N°18. Línea amarilla continua. ....	47
Imagen N°19. Doble línea amarilla. ....	48
Imagen N°20. Calzada de dos carriles por sentido y ambos sentidos ....	48
Imagen N°21. Líneas de demarcación de calzadas. ....	49
Imagen N°22. Flecha direccional de frente. ....	49
Imagen N°23. Giro a la derecha simplemente. ....	50
Imagen N°24. Flecha de frente y giro a la izquierda. ....	59
Imagen N°25. Giro izquierda o giro derecha simplemente. ....	50
Imagen N°26. Isleta deflectoras. ....	51
Imagen N°27. Líneas de prevención de frenado. ....	52
Imagen N°28. Letras sobre el pavimento. ....	52
Imagen N°29. Señales preventivas. ....	54
Imagen N°30. Señales restrictivas. ....	55
Imagen N°31. Señales restrictivas. ....	56
Imagen N°32 Ilustración de un semáforo. ....	57
Imagen N°33. Ilustración de un semáforo peatonal. ....	58
Imagen N°34. Ilustración de un Paso a Desnivel. ....	61
Imagen N°35 Vista de un Paso a Desnivel. ....	63
Imagen N° 36. Ubicación de la zona en estudio. ....	66
Imagen N°37. Acceso N°2. Av. Panamericana y calle Comercio. ....	67
Imagen N°38. Acceso N°2. Av. Panamericana y calle Comercio. ....	67
Imagen N°39. Acceso N°3. Av. Panamericana dirección al centro de la ciudad. ....	68
Imagen N°40. Acceso N°4. Av. Panamericana dirección al centro de la ciudad. ....	68
Imagen N°41. Acceso N°5. Av. Panamericana dirección al centro de la ciudad. ....	69
Imagen N°42. Acceso N°6. Paso a Desnivel ....	69
Imagen N°43. Puntos de ubicación para el aforo de Volúmenes. ....	72
Imagen N°44. Puntos de ubicación para el levantamiento de datos para la Velocidad. ...	85

Imagen N°45. Calzada del Acceso N° 1 para el Nivel de Servicio. ....	97
Imagen N°46. Calzada del Acceso N° 2 para el Nivel de Servicio. ....	100
Imagen N°47. Calzada del Acceso N° 3 para el Nivel de Servicio. ....	103
Imagen N°48. Calzada del Acceso N° 4 para el Nivel de Servicio. ....	106
Imagen N°49. Calzada del Acceso N° 5 para el Nivel de Servicio. ....	109
Imagen N°50. Calzada del Acceso N° 6 para el Nivel de Servicio. ....	112
Imagen N°51. Línea segmentada en la calzada Acceso N° 1. ....	115
Imagen N°52. Señales informativas y restrictivas Acceso N° 1. ....	115
Imagen N°53. Señales informativas y restrictivas Acceso N° 2. ....	116
Imagen N°54. Líneas segmentadas Acceso N° 3. ....	116
Imagen N°55. Señales informativas y restrictivas Acceso N° 3. ....	117
Imagen N°56. Señalización horizontal en el acceso N° 4. ....	117
Imagen N°57. Señales informativas y restrictivas Acceso N° 4. ....	118
Imagen N°58. Líneas segmentadas y paso de cebra Acceso N° 5. ....	119
Imagen N°59. Señales informativas y restrictivas Acceso N° 5. ....	119
Imagen N°60. Línea de demarcación de calzada y flechas deflectoras Acceso N° 6. ....	120
Imagen N°61. Señales informativas y restrictivas Acceso N° 6. ....	120
Imagen N°62. Semáforo vehicular en el Acceso N° 3. ....	122
Imagen N°63. Semáforo vehicular y peatonal en el Acceso N° 4. ....	123
Imagen N°64. Semáforo vehicular y peatonal en el Acceso N° 5. ....	124
Imagen N°65. Señales horizontales poco visibles. ....	130
Imagen N°66. Señales informativas, preventivas y restrictivas. ....	131

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica N° 1 Volumen Vehicular (vehículo/hora) Acceso N°1 .....	77
Gráfica N° 2 Volumen Vehicular (vehículo/hora) Acceso N°2 .....	78
Gráfica N° 3 Volumen Vehicular (vehículo/hora) Acceso N°3 .....	79
Gráfica N° 4 Volumen Vehicular (vehículo/hora) Acceso N°4 .....	80
Gráfica N° 5 Volumen Vehicular (vehículo/hora) Acceso N°5 .....	81
Gráfica N° 6 Volumen Vehicular (vehículo/hora) Acceso N°6 .....	82

Gráfica N° 7. Tipo de vehículos (%) en cada acceso.....	83
Gráfica N° 8 Velocidad Vehicular de los accesos en estudio.....	93
Gráfica N° 9 Densidad Vehicular de los accesos en estudio.....	95

## ÍNDICE DE ÁBACOS

Ábaco N°1. Capacidad vías interrumpidas dos accesos.....	29
Ábaco N°2. Capacidad vías interrumpidas un acceso.....	29

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Capacidad en condiciones ideales.....	27
Tabla N° 2. Niveles de Servicio en función al índice de congestión.....	37
Tabla N°3. Resultados de los volúmenes (vehículo/hora). Para las 24 horas, promedio de los 7 días de aforo de los seis accesos.....	75
Tabla N° 4. Resultados de las velocidades (km/hora). Para las 24 horas, promedio de los 7 días, Acceso N°1.....	87
Tabla N° 5. Resultados de las velocidades (km/hora). Para las 24 horas, promedio de los 7 días, Acceso N°2.....	88
Tabla N° 6. Resultados de las velocidades (km/hora). Para las 24 horas, promedio de los 7 días, Acceso N°3.....	89
Tabla N° 7. Resultados de las velocidades (km/hora). Para las 24 horas, promedio de los 7 días, Acceso N°4.....	90
Tabla N° 8. Resultados de las velocidades (km/hora). Para las 24 horas, promedio de los 7 días, Acceso N°5.....	91
Tabla N°9. Resultados de las velocidades (km/hora). Para las 24 horas, promedio de los 7 días, Acceso N°6.....	92
Tabla N° 10 Resultados de la densidad vehicular (vehículo/km).....	94
Tabla N°11. Detalle de Volúmenes Máximos Horarios.....	125
Tabla N°12. Detalle de las Velocidades Máximas Horario.....	127
Tabla N°13. Detalle de la Densidad Vehicular.....	128
Tabla N°14. Detalle de la Capacidad y Nivel de Servicio.....	129

Tabla N°15. Volumen Vehicular del año 2002.....	132
Tabla N°16. Volumen Vehicular de los años 2002 y 2017. ....	133
Tabla N°17. Comparación de los Volúmenes Vehiculares.....	133
Tabla N°18. Comparación de las Velocidades Vehiculares .....	134
Tabla N°19. Comparación de las Densidades Vehiculares.....	135

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo N° 1. Volúmenes Vehiculares (Datos, Promedio, Desviación Estandar, Rango, Depuración, Resultados)	
Anexo N° 2. Velocidades Vehiculares (Datos, Promedio, Desviación Estandar, Rango, Depuración, Resultados)	
Anexo N° 3. Densidad Vehicular	
Planos. Señalización y Semaforización en la zona en estudio	