

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN



**ESTUDIO INTEGRAL DE SEGURIDAD VIAL TRAMO – TARIJA
SAN LORENZO**

Por:

MILENA ILLESCAS TORREZ

Semestre II - 2018

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

ESTUDIO INTEGRAL DE SEGURIDAD VIAL TRAMO – TARIJA

SAN LORENZO

Por:

MILENA ILLESCAS TORREZ

Modalidad de graduación Proyecto de Grado presentada a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

Semestre II – 2018

TARIJA BOLIVIA

V°B°

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

M.Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa
VICEDECANO FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

PROBADA POR:

TRIBUNAL:

Ing. Laura K. Soto Salgado

Ing. Fernando E. Mur Lagraba

Ing. Limberg G. Llanos Llanos

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad de la autora.

DEDICATORIAS:

Esta tesis se la dedico a mi Dios, que supo guiarme por el buen camino y darme la fuerza para encarar los problemas sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. A mis padres por el apoyo, confianza y las enseñanzas de responsabilidad y deseos de superación.

AGRADECIMIENTOS:

Al Ing. Jhonny Orgaz y a todos los Docentes que forman parte de la carrera de Ing. Civil que en su momento me brindaron su conocimiento y ayuda.

PENSAMIENTO:

No basta tener buen ingenio; lo principal es aplicarlo bien.

Descartes.

ÍNDICE

Dedicatoria
Agradecimientos
Pensamientos
Resumen

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

	Página
1.1 GENERALIDADES.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	1
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.3.1 Situación problemática.....	3
1.3.2 Problema.....	4
1.4 OBJETIVOS.....	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5
1.5 HIPÓTESIS.....	5
1.5.1 Variables independientes.....	6
1.5.2 Variable dependiente.....	6
1.5.3 Definición conceptual de variables.....	6
1.6 DISEÑO METODOLÓGICO.....	8
1.6.1 Componentes.....	8

1.6.1.1 Unidad de estudio.....	8
1.6.1.2 Población.....	8
1.6.1.3 Muestra.....	8
1.6.1.4 Muestreo.....	8
1.8 ALCANCE.....	9

CAPÍTULO II

LA SEGURIDAD VIAL Y SU RELACIÓN CON ELEMENTOS DE TRÁFICOS

	Página
2.1 NACIMIENTO DE LA INGENIERÍA DE TRÁFICO.....	10
2.1.1 Elementos del tránsito.....	11
2.1.1.1 El usuario.....	11
2.1.1.2 El vehículo.....	12
2.1.1.3 La vía.....	13
2.2 CARACTERÍSTICAS DEL TRÁNSITO.....	14
2.2.1 Velocidad del proyecto.....	14
2.2.2 Volumen de tráfico.....	14
2.2.2.1 Tránsito promedio diario (TPD).....	15
2.2.2.2 Tránsito promedio horario (TPH).....	15
2.2.2.3 Volumen directriz.....	16
2.2.2.4 Composición del volumen.....	16
2.2.3 Aforos de volumen.....	16
2.2.3.1 Métodos de aforo.....	17

2.3 LEYES Y REGLAMENTO DE TRÁNSITO.....	17
2.4 DISPOSITIVOS DEL TRÁNSITO SEÑALES Y MARCAS.....	18
2.4.1 Requisitos de la señalización de tránsito.....	18
2.4.2 Aspectos claves de la señalización.....	19
2.4.2.1 Diseño.....	19
2.4.2.2 Emplazamiento.....	19
2.4.2.3 Conservación y mantenimiento.....	19
2.4.2.4 Justificación.....	19
2.5 SEÑALES DE TRÁNSITO.....	20
2.5.1 Señalización vertical.....	20
2.5.1.1 Función.....	20
2.5.1.2 Color y retrorreflectancia.....	20
2.5.1.3 Emplazamiento.....	21
2.5.1.4 Tableros.....	25
2.5.1.5 Estructuras de soporte.....	25
2.5.1.6 Señales preventivas.....	25
2.5.1.7 Señales reglamentarias o restrictivas.....	29
2.5.1.8 Señales informativas.....	32
2.5.1.9 Dispositivos de canalización.....	36
2.5.2 Señalización de tránsito horizontal (demarcación).....	37
2.5.2.1 Función.....	38
2.5.2.2 Color y retrorreflectancia.....	38
2.5.2.2.1 Visibilidad nocturna (retroreflectancia).....	38
2.5.2.2.2 Visibilidad diurna (color y factor de luminancia).....	39

2.5.2.3 Clasificación de señales horizontales.....	40
2.5.2.4 Características básicas de las demarcaciones.....	40
2.5.2.4.1 Líneas longitudinales.....	40
2.5.2.4.2 Líneas de carril.....	43
2.5.2.4.3 Líneas transversales.....	45
2.5.2.4.4 Símbolos y leyendas.....	48
2.5.2.5 Otras demarcaciones.....	52
2.5.2.5.1 Resaltos.....	52
2.5.2.5.2 Distanciadores.....	53
2.5.2.5.3 Tachas.....	54
2.5.3 Otros dispositivos de control.....	55
2.5.3.1 Semáforos.....	55
2.5.3.2 Flex-beam o guardavías.....	55

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE ACCIDENTALIDAD

	Página
3.1 ACCIDENTE DE TRÁFICO.....	58
3.2 CLASIFICACIÓN DE LOS ACCIDENTES.....	58
3.2.1 Colisión.....	58
3.2.2 Atropello.....	59
3.2.3 Choque a objetos fijos.....	59
3.2.4 Vuelco.....	59
3.3 ACCIDENTES DE TRÁFICO Y SUS CAUSAS.....	59

3.3.1 Causas directas.....	59
3.3.2 Causas indirectas.....	60
3.4 PUNTOS NEGROS O PUNTOS DE PELIGROSIDAD.....	60
3.5 TRAMOS DE CONCENTRACIÓN DE ACCIDENTES (TCA).....	61
3.6 MÉTODOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE TCA.....	61
3.6.1 Método del índice de peligrosidad.....	61
3.6.2 Método del número o frecuencia de accidentes.....	62
3.6.3 Método de la tasa de accidentes.....	65
3.6.4 Método de control de calidad de la tasa.....	68

CAPÍTULO IV

APLICACIÓN PRÁCTICA

	Página
4.1 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA RUTA.....	73
4.2 PARÁMETROS Y DATOS NECESARIOS PARA EL ESTUDIO.....	75
4.2.1 Determinación de los volúmenes de tráfico.....	76
4.2.2 Recopilación de accidentes de tránsito.....	77
4.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS TCA.....	78
4.3.1 Aplicación del método índice de peligrosidad.....	98
4.3.2 Aplicación del número de accidentes.....	100
4.3.3 Aplicación de la tasa de accidentes.....	102
4.3.4 Aplicación del control de la calidad de la tasa.....	104
4.4 RESUMEN DE RESULTADOS DE LA IDENTIFICACIÓN DE LOS TCA.....	106
4.5 IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS NEGROS.....	107

4.6 VALORACIÓN DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD VIAL.....	111
4.7 PRESUPUESTO PARA LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN.....	129

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
5.1 CONCLUSIONES.....	141
5.2 RECOMENDACIONES.....	144

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

I: Determinación del volumen de tráfico medio diario (TMD)

II: Base de datos de accidentes de tráfico

III: Inventario vial

IV: Planos

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura N° 1 Partes integrantes de la vía.....	14
Figura N° 2 Diagrama cromático CIE 1931 para señales verticales.....	21
Figura N° 3 Ubicación transversal de señales verticales (distancia y altura).....	23
Figura N° 4 Orientación de la señal (perspectiva horizontal).....	24
Figura N° 5 Orientación de la señal (perspectiva vertical).....	24
Figura N° 6 Señales preventivas 1-68.....	27
Figura N° 7 Señales reglamentarias 1-43.....	31
Figura N° 8 Señales informativas.....	34
Figura N° 9 Señales informativas de control ICO.....	35
Figura N° 10 Señales informativas de atractivo turístico.....	35
Figura N° 11 Señales informativas de tamaño especial.....	36
Figura N° 12 Dispositivos de canalización DC.....	37
Figura N° 13 Ángulo de entrada y de observación.....	39
Figura N° 14 Diseño de líneas discontinuas.....	41
Figura N° 15 Líneas continuas dobles.....	42
Figura N° 16 Reducción de pista.....	43
Figura N° 17 Líneas de pistas segmentadas.....	44
Figura N° 18 Dimensiones demarcación continua.....	45
Figura N° 19 Demarcación en cruce regulado señal ceda el paso.....	46
Figura N° 20 Señalización horizontal en cruce regulado señal pare.....	47
Figura N° 21 Señalización horizontal en cruce peatonal tipo paso de cebra.....	48
Figura N° 22 Flecha recta y de viraje.....	49
Figura N° 23 Flecha recta y de salida.....	50
Figura N° 24 Flecha de incorporación.....	50
Figura N° 25 Flecha de incorporación a pistas de transito lento.....	51
Figura N° 26 Símbolos (velocidad máxima).....	51
Figura N° 27 Símbolo (prohibido estacionar).....	52

Figura N° 28 Símbolo (zona escolar).....	52
Figura N° 29 Resalto.....	53
Figura N° 30 Distanciadores.....	54
Figura N° 31 Demarcación elevada tachas.....	55
Figura N° 32 Ruta en estudio.....	74
Figura N° 33 Tramos de concentración de accidentes.....	78
Figura N° 34 Tramo entre las progresivas 0+000-1+000.....	79
Figura N° 35 Tramo entre las progresivas 1+000-2+600.....	82
Figura N° 36 Tramo entre las progresivas 2+600-3+600.....	83
Figura N° 37 Tramo entre las progresivas 3+600-4+400.....	86
Figura N° 38 Tramo entre las progresivas 4+400-5+400.....	87
Figura N° 39 Tramo entre las progresivas 5+400-6+440.....	90
Figura N° 40 Tramo entre las progresivas 6+440-7+440.....	91
Figura N° 41 Tramo entre las progresivas 7+440-7+600.....	94
Figura N° 42 Tramo entre las progresivas 7+600-8+600.....	94
Figura N° 43 Ubicación del punto negro.....	107
Figura N° 44 Ubicación del punto negro.....	108
Figura N° 45 Ubicación del punto negro.....	109
Figura N° 46 Ubicación del punto negro.....	109
Figura N° 47 Ubicación del punto negro.....	110
Figura N° 48 Ubicación del punto negro.....	111
Figura N° 49 Señales de tránsito en el tramo 1.....	113
Figura N° 50 Implementación de las señales de tránsito.....	115
Figura N° 51 Señales de tránsito en el tramo 2.....	116
Figura N° 52 Implementación de las señales de tránsito.....	117
Figura N° 53 Señales de tránsito en el tramo 3.....	118
Figura N° 54 Implementación de las señales de tránsito.....	120
Figura N° 55 Señales de tránsito en el tramo 4.....	122
Figura N° 56 Implementación de las señales de tránsito.....	124
Figura N° 57 Señales de tránsito en el tramo 5.....	126

Figura N° 58 Implementación de las señales de tránsito..... 128

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla N° 1 Definición conceptual de variables.....	7
Tabla N° 2 Composición del volumen.....	16
Tabla N° 3 Distancia mínima (m) entre señales.....	22
Tabla N° 4 Ubicación transversal de señales verticales (distancia y altura).....	23
Tabla N° 5 Coeficiente de intensidad luminosa retrorreflectante RL.....	39
Tabla N° 6 Separación entre distanciadores.....	54
Tabla N° 7 Parámetros para identificar TCA.....	62
Tabla N° 8 Nivel de confianza en función del valor de k.....	65
Tabla N° 9 Tráfico medio diario, tramo en estudio.....	76
Tabla N° 10 Detalle de accidentes en los posibles TCA en los últimos 8 años.....	78
Tabla N° 11 Número de accidentes.....	79
Tabla N° 12 Cálculo de la frecuencia observada y la variable reducida.....	80
Tabla N° 13 Determinación de la probabilidad esperada.....	80
Tabla N° 14 Cálculo del χ^2	81
Tabla N° 15 Número de accidentes.....	82
Tabla N° 16 Número de accidentes.....	83
Tabla N° 17 Cálculo de la frecuencia observada y la variable reducida.....	84
Tabla N° 18 Determinación de la probabilidad esperada.....	84
Tabla N° 19 Cálculo del χ^2	85
Tabla N° 20 Número de accidentes.....	86
Tabla N° 21 Número de accidentes.....	87
Tabla N° 22 Cálculo de la frecuencia observada y la variable reducida.....	88
Tabla N° 23 Determinación de la probabilidad esperada.....	88
Tabla N° 24 Cálculo del χ^2	89
Tabla N° 25 Número de accidentes.....	90
Tabla N° 26 Número de accidentes.....	91
Tabla N° 27 Cálculo de la frecuencia observada y la variable reducida.....	92

Tabla N° 28 Determinación de la probabilidad esperada.....	92
Tabla N° 29 Cálculo del χ^2	93
Tabla N° 30 Número de accidentes.....	95
Tabla N° 31 Cálculo de la frecuencia observada y la variable reducida.....	96
Tabla N° 32 Determinación de la probabilidad esperada.....	96
Tabla N° 33 Cálculo del χ^2	97
Tabla N° 34 Tramos identificados como TCA.....	98
Tabla N° 35 ACV de cada tramo en cada año del periodo de estudio.....	98
Tabla N° 36 Resultado del IP.....	99
Tabla N° 37 Parámetros para identificar TCA.....	99
Tabla N° 38 Verificación TCA - método del IP.....	99
Tabla N° 39 Frecuencia de accidentes determinados en cada tramo.....	100
Tabla N° 40 Identificación de TCA criterio de la media.....	101
Tabla N° 41 Determinación de la desviación estándar.....	101
Tabla N° 42 Identificación TCA según el criterio nivel de confianza.....	101
Tabla N° 43 Tasa de accidentes determinados en cada tramo.....	102
Tabla N° 44 Valores de tasa media.....	103
Tabla N° 45 Identificación de TCA criterio de la media.....	103
Tabla N° 46 Valor de la desviación estándar.....	103
Tabla N 47 Identificación de TCA criterio nivel de confianza.....	104
Tabla N° 48 Valores de tránsito en millón de veh-km.....	105
Tabla N° 49 Valores de tasa crítica.....	105
Tabla N° 50 Verificación de TCA - control de calidad de tasa.....	106
Tabla N° 51 Elementos de seguridad vial.....	112
Tabla N° 52 Elementos de seguridad vial.....	116
Tabla N° 53 Elementos de seguridad vial.....	117
Tabla N° 54 Elementos de seguridad vial.....	121
Tabla N° 55 Elementos de seguridad vial.....	125
Tabla N° 56 Presupuesto general de la alternativa de solución.....	129
Tabla N° 57 Análisis de precio unitario.....	130

Tabla N° 58 Análisis de precio unitario.....	131
Tabla N° 59 Análisis de precio unitario.....	132
Tabla N° 60 Análisis de precio unitario.....	133
Tabla N° 61 Análisis de precio unitario.....	134
Tabla N° 62 Análisis de precio unitario.....	135
Tabla N° 63 Análisis de precio unitario.....	136
Tabla N° 64 Análisis de precio unitario.....	137
Tabla N 65 Análisis de precio unitario.....	138
Tabla N° 66 Análisis de precio unitario.....	139
Tabla N° 67 Análisis de precio unitario.....	140
Tabla N° 68 Inventario vial.....	141

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Página

Gráfico N° 1 Relación entre el número de accidentes y TMDA para tasa ctte.....	67
Gráfico N° 2 Tráfico diferenciado por tipo de vehículos.....	77
Gráfico N° 3 Causas de los accidentes de tránsito.....	142