

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN



**“VALORACION DE MEDIDAS DE SEGURIDAD EN LA CARRETERA DE
TOPOGRAFIA MONTAÑOSA TRAMO PADCAYA-LA MAMORA”**

Por:

QUIROGA MIRANDA HECTOR HORACIO

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

SEMESTRE II-2017
TARIJA – BOLIVIA

VºBº

.....
M.Sc. Ing. Ernesto Roberto Álvarez Gozalvez

DECANO
FACULTAD CIENCIAS Y
TECNOLOGIA

.....
M.Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa

VICEDECANA
FACULTAD CIENCIAS Y
TECNOLOGIA

TRIBUNAL:

.....
Ing. Jhonny Orgaz Fernández.

.....
Ing. Adolfo Molina López.

.....
Ing. Joel Paco Sarzuri.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

**“VALORACION DE MEDIDAS DE SEGURIDAD EN LA CARRETERA DE
TOPOGRAFIA MONTAÑOSA TRAMO PADCAYA-LA MAMORA”**

Por:

QUIROGA MIRANDA HECTOR HORACIO

SEMESTRE II-2017
TARIJA – BOLIVIA

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

DEDICATORIA:

Con mucho cariño, este trabajo se lo dedico a mi esposa y familia, que me dieron su confianza y apoyo incondicional durante todos los años de mi vida y en mi formación profesional en la universidad.

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco a mis padres, a mi esposa Victoria que me brindaron su apoyo incondicional en la conclusión de mis estudios, a mi hijo Thiago por darme fuerzas y la motivación para seguir adelante, docentes y personas que me brindaron su apoyo en mi formación profesional.

ÍNDICE

Advertencia
Dedicatoria
Agradecimiento
Resumen

CAPÍTULO I DISEÑO TEORICO Y METODOLOGICO

	Pagina
1.1. INTRODUCCIÓN _____	1
1.2. JUSTIFICACION DEL PROYECTO DE APLICACION _____	2
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA _____	3
1.3.1. Situación problemática _____	3
1.3.2. Problema _____	4
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION _____	4
1.4.1. Objetivo general _____	4
1.4.2. Objetivos específicos _____	4
1.4.1. Hipotesis _____	4
1.4.2. Variables dependientes _____	5
1.4.2. Variables independientes _____	5
1.5. DISEÑO METODOLOGICO _____	7
1.5.1. Componentes _____	7
1.5.1.1. Unidades de estudio _____	7
1.5.1.2. Población _____	7
1.5.1.3. Muestra _____	7
1.5.1.4. Muestreo _____	7
1.6. METODOS Y TECNICAS EMPLEADAS _____	7

1.6.1. Definición de métodos y técnicas	7
1.6.2. Técnicas de muestreo	8
1.6.3. Instrumentos para la obtención de datos	8
1.7. PROCEDIMIENTO PARA EL ANALISIS Y INTERPRETACION DE DATOS	10
1.7.1. Tratamiento de datos	10

CAPÍTULO II

SEGURIDAD VIAL Y ANALISIS DEL INDICE DE PELIGROSIDAD EN CARRETERAS DE TOPOGRAFIA MONTAÑOSA

	Pagina
2. 1 ASPECTOS GENERALES DE INGIENERIA DE TRAFICO	
2.1.1. Definición	16
2.1.2. Sistema de transporte	16
2.1.3. Elementos fundamentales del trafico	17
2.1.3.1. Elemento usuario	17
2.1.3.2. Elemento vehículo	20
2.1.4. Volúmenes de trafico	22
2.1.4.1. Definición	22
2.1.4.2. Transito promedio diario (TPD)	22
2.1.4.3. Transito promedio horario (TPH)	22
2.1.4.4. Recuento de volúmenes de trafico	23
2.1.4.4.1. Recuento automático	23
2.1.4.4.2. Recuento manual	24
2.1.4.5. Periodo de recuento	24
2.1.5. Velocidades de trafico	25
2.1.5.1. Definición	25
2.1.5.2. Velocidad de punto	26
2.1.5.2.1. Método de medición	26

2.1.6. 1.5.3 Velocidad directriz o de proyecto _____	27
2.2. ASPECTOS GENERALES SOBRE LA SEGURIDAD VIAL EN CARRETERAS DE TOPOGRAFÍA MONTAÑOSA	
2.2.1. Tipos de carreteras _____	28
2.2.2. Clasificación funcional para diseño carreteras y caminos rurales _____	29
2.2.3. Accidentalidad _____	33
2.2.3.1. Panorámica mundial de la accidentalidad. _____	34
2.2.3.2. Panorama de la accidentalidad en Bolivia. _____	35
2.3. DISPOSITIVOS DE CONTROL DE SEGURIDAD VIAL	
2.3.1. Definición _____	35
2.3.2. Señalización vertical _____	36
2.3.2.1. Señales preventivas _____	36
2.3.2.2. Señales reglamentarias _____	38
2.3.2.3. Señales informativas _____	40
2.3.3. Señalización horizontal _____	45
2.3.3.1. Líneas longitudinales _____	45
2.3.3.2. Líneas de eje _____	45
2.3.3.3. Líneas de carril _____	49
2.3.3.4. Otras líneas longitudinales _____	53
2.3.3.5. Líneas transversales _____	55
2.3.3.5.1. Líneas de detención _____	55
2.3.3.6. Líneas de cruce _____	57
2.3.3.7. Símbolos y leyendas _____	59
2.3.3.7.1. Flechas _____	60
2.3.3.8. Otras demarcaciones _____	62
2.3.3.9. Resaltos _____	64
2.3.3.10. Bordes y bandas alertadoras _____	68
2.3.3.11. Franjas sonoras _____	69
2.3.3.12. Distanciadores _____	70

2.3.3.13. Tachas	70
2.4. OTROS DISPOSITIVOS DE CONTROL	
2.4.1.1. Flex-Beam o guardavías	71
2.4.1.1.1. Definición	71
2.4.1.1.2. Funciones y objetivos del flex-Beam	71
2.4.1.1.3. Componentes y especificaciones del flex-Beam o guardavías	72
2.5. METODOLOGIA, DESARROLLO Y EVALUACION DE LA SEGURIDAD VIAL EN TRAMOS DE CONCENTRACION DE ACCIDENTES	
2.5.1. Puntos de peligrosidad	74
2.5.2. Tramos de concentración de accidentes	74
2.5.3. Métodos para la identificación de los TCA	75
2.5.3.1. Método del índice de peligrosidad	75
2.5.3.2. Nuevo método del índice de peligrosidad	77
2.5.3.3. Método del número o frecuencia de accidentes	80
2.5.3.4. Método de la tasa de accidentes	84
2.6. SEGURIDAD VIAL EN CARRETERAS	
2.2.6.1. Situación actual de la seguridad vial en Bolivia	88
2.2.6.2. Factores que intervienen en la seguridad vial	89
2.2.6.2.1. Factor humano	90
2.2.6.2.2. Factor vehicular	91
2.2.6.2.3. Factor Meteorológico - La vía pública y su entorno	92

CAPÍTULO III
APLICACIÓN PRÁCTICA VALORACION DE LAS MEDIDAS DE
SEGURIDAD EN LOS TCA

Página

CARACTERÍSTICAS DE LA CARRETERA PADCAYA – LA MAMORA

3. 1 Ubicación	102
3.2. Identificación y descripción de la carretera Padcaya-La Mamora	103
3.3. Recopilación de datos y parámetros para la realización del estudio	104
3.3.1. Determinación de los volúmenes de tráfico en la carretera de estudio	105
3.3.2. Determinación de la velocidad media de recorrido en los posibles TCA en la carretera Padcaya-La Mamora	106
3.3.3. Recopilación de datos de accidentes	107
3.3.4. Inspección en campo de los dispositivos de control	107
3.3.5. Identificación de tramos de concentración de accidentes	110
3.3.5.1. Aplicación del método: índice de peligrosidad	110
3.3.5.2. Resultados de índice de peligrosidad	110
3.3.5.3. Verificación TCA mediante el método del índice de peligrosidad	113
3.3.6. Nuevo método del índice de peligrosidad	114
3.3.7. Aplicación método del número o frecuencia de accidentes	114
3.3.7.1. Identificación de TCA bajo el criterio de la media	114
3.3.7.2. Determinación de valores de frecuencia media	115
3.3.7.3. Verificación de TCA criterio de la media.	115
3.3.7.4. Identificación de TCA según el criterio del nivel de confianza	116
3.3.7.4.1. Determinación de valores de desviación estándar	116
3.3.7.4.2. Verificación de TCA criterio del nivel de confianza.	116
3.3.8. Aplicación método de la tasa de accidentes	116
3.3.8.1. Localización de TCA según el criterio de la media	117
3.3.8.1.1. Determinación de la tasa de accidentes	117
3.3.8.1.2. Determinación de valores de la tasa media	117
3.3.8.1.3. Verificación de TCA, criterio de la media	117
3.3.8.2. Determinación de TCA bajo el criterio del nivel de confianza	118
3.3.8.2.1. Determinación de valores de desviación estándar	118
3.3.8.2.2. Verificación de TCA criterio del nivel de confianza	118

3.3.9. Determinación de los tramos de concentración de accidentes (TCA).	119
3.4. Valoración de las medidas de seguridad vial de los TCA de la Carretera Padcaya-La Mamora	119
3.4.1. TCA 1 Curva Prog. 9+100 pasando puente Phayo	119
3.4.1.1. Análisis de velocidad y características geométricas del TCA 1	120
3.4.1.2. Señalización del TCA 1	121
3.4.1.3. Evaluación del TCA 1	122
3.4.2. TCA 2 Prog. 10+110 pasando puente Orozas	125
3.4.2.1. Análisis de velocidad y características geométricas del TCA 2	128
3.4.2.2. Señalización del TCA 2	128
3.4.2.3. Evaluación del TCA 2	129
3.4.3. TCA 3 Prog. 23+000 antes de llegar al puente Campanario	131
3.4.3.1. Análisis de velocidad y características geométricas del TCA 2	132
3.4.3.2. Señalización del TCA 3	133
3.4.3.3. Evaluación del TCA 3	133
3.4.4. TCA 4 Prog. 36+500 comunidad Rio Negro	138
3.4.4.1. Análisis de velocidad y características geométricas del TCA 4	139
3.4.4.2. Señalización del TCA 4	140
3.4.4.3. Evaluación del TCA 4	141
3.5. Análisis y valoración de resultados	145
3.5.1. Volumen de tráfico	145
3.5.2. Análisis comparativo y de consistencia de los resultados de los distintos métodos de identificación de TCA	146
3.5.3. Velocidad de recorrido y velocidad de proyecto	148
3.5.4. Dispositivos de seguridad vial	149
3.5.5. Valoración de las medidas de seguridad en los TCA	150

CAPITULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Pagina
4. 1. CONCLUSIONES _____	153
4.2. RECOMENDACIONES _____	155
BIBLIOGRAFIA	

INDICE DE TABLAS

	Pagina
Tabla N ^ª 2.1. Accidentes de tránsito en Bolivia _____	31
Tabla N ^ª 2.2. Ancho de orla _____	53
Tabla N ^ª 2.3. Distancia de adelantamiento mínima _____	61
Tabla N ^ª 2.4. Relación demarcación / brecha en línea de pistas _____	62
Tabla N ^ª 2.5. Longitud mínima de la zona de transición _____	66
Tabla N ^ª 2.6. Ancho senda peatonal _____	71
Tabla N ^ª 2.8. Parámetros para identificar tramos con concentración de accidentes. _	90
Tabla N ^ª 2.9 Valores de las constantes P y N – Nuevo método del índice de peligrosidad _____	92
Tabla N ^ª 2.10 Nivel confianza en función del valor de “k” _____	96
Tabla N ^ª 3.1 Tráfico medio diario anual _____	102
Tabla N ^ª 3.2. Velocidad media de recorrido _____	103
Tabla N ^ª 3.3. ACV de cada sub-tramo en cada año del periodo de estudio _____	109
Tabla N ^ª 3.4. Resultados del índice de peligrosidad _____	109
Tabla N ^ª 3.5. Parámetros para identificar tramos con concentración de accidentes. 110	
Tabla N ^ª 3.6. Verificación TCA – Método índice de peligrosidad _____	110
Tabla N ^ª 3.7. Resumen de datos de accidentes _____	111
Tabla N ^ª 3.8. Valores de frecuencia media _____	112
Tabla N ^ª 3.9. Identificación de TCA criterio de la media _____	112

Tabla N ^ª 3.10. Valores de desviación estándar _____	113
Tabla N ^ª 3.11. Identificación de TCA criterio del nivel de confianza _____	113
Tabla N ^ª 3.12. Tasa de accidentes determinadas en cada sub-tramo _____	114
Tabla N ^ª 3.13. Valores de tasa media _____	114
Tabla N ^ª 3.14. Identificación De TCA criterio de la media _____	115
Tabla N ^ª 3.15. Valores de desvío de la tasa _____	115
Tabla N ^ª 3.16. Identificación de TCA criterio del nivel de confianza _____	115
Tabla N ^ª 3.17. Velocidades TCA 1 _____	117
Tabla N ^ª 3.18. Velocidades superiores a las reglamentarias TCA 1 _____	121
Tabla N ^ª 3.19. Velocidades TCA 2 _____	124
Tabla N ^ª 3.20. Velocidades TCA 3 _____	129
Tabla N ^ª 3.21. Velocidades TCA 4 _____	136
Tabla N ^ª 3.22. Identificación de TCA bajo el criterio de la media _____	144
Tabla N ^ª 3.23. Identificación de TCA bajo el criterio del nivel de confianza _____	144
Tabla N ^ª 3.24. Velocidad de diseño en comparación con la velocidad media de recorrido _____	146
Tabla N ^ª 3.25. Tabla de resumen de valoración de las medidas de seguridad _____	148

INDICE DE FIGURAS

	Pagina
Figura N ^ª 2.1. Dimensiones según tipo de vehículo _____	17
Figura N ^ª 2.2. Víctimas mortales del tránsito (por cada 100000 habitantes). _____	30
Figura N ^ª 2.3. Señales preventivas _____	45
Figura N ^ª 2.4. Señales reglamentarias _____	50
Figura N ^ª 2.5. Ancho de orla _____	53
Figura N ^ª 2.6. Ejemplo de señales informativas _____	56
Figura N ^ª 2.7. Diseño línea discontinua _____	58

Figura N ^a 2.8. Ejemplo de líneas continuas dobles _____	59
Figura N ^a 2.9. Ejemplo de líneas de pistas segmentadas _____	62
Figura N ^a 2.10. Relaciones de demarcación para pistas auxiliares de incorporación y egreso _____	63
Figura N ^a 2.11. Línea de detención ceda el paso _____	68
Figura N ^a 2.12. Señalización horizontal en cruce regulado señal pare _____	68
Figura N ^a 2.13. Demarcación en cruce peatonal regulado por semáforo _____	69
Figura N ^a 2.14. Largo paso peatones frente a un alto flujo peatonal _____	70
Figura N ^a 2.15. Señalización horizontal en cruce peatonal tipo paso de cebra _____	71
Figura N ^a 2.16. Dimensiones demarcación cruce peatonal semaforizado _____	73
Figura N ^a 2.17. Demarcación tipo achurado central _____	77
Figura N ^a 2.18. Demarcación tipo achurado bifurcación divergente y convergente _____	77
Figura N ^a 2.19. Demarcación tipo bloqueo de cruces _____	78
Figura N ^a 2.20. Resalto _____	80
Figura N ^a 2.21. Esquema de funcionamiento de los resaltos tipo cojín _____	81
Figura N ^a 2.22. Borde alertador _____	82
Figura N ^a 2.23. Franjas sonoras _____	83
Figura N ^a 2.24. Relación entre el N ^o de accidentes y TMDA para tasa constante – método de la tasa _____	98
Figura N ^a 3.1. Ubicación geográfica de la ruta en estudio. _____	100
Figura N ^a 3.2. Carretera en estudio Padcaya-La Mamora _____	101
Figura N ^a 3.3. Tráfico total diferenciado por tipo de vehículo _____	102
Figura N ^a 3.4. Vista aérea TCA 1 _____	116
Figura N ^a 3.5. Vista aérea tramos de aforo de velocidad TCA 1 _____	117
Figura N ^a 3.6. Vista aérea señalización TCA 1 _____	118
Figura N ^a 3.7. Vista aérea dispositivos de control TCA 1 _____	119
Figura N ^a 3.8. Mojones de seguridad TCA 1 _____	120
Figura N ^a 3.9. Flexo-beam TCA 1 _____	120
Figura N ^a 3.10. Señal reglamentaria 60 km/hr TCA 1 _____	121

Figura Nª 3.11. Señal preventiva de zona escolar TCA 1 _____	122
Figura Nª 3.12. Vista aérea lugares de accidentes TCA 1 _____	122
Figura Nª 3.13. Vista aérea TCA 2 _____	123
Figura Nª 3.14. Vista aérea tramos de aforo de velocidad TCA 2 _____	124
Figura Nª 3.15. Vista aérea señalización TCA 2 _____	125
Figura Nª 3.16. Señal reglamentaria curva pronunciada derecha TCA2 _____	126
Figura Nª 3.17. Señal reglamentaria curva pronunciada izquierda TCA 2 _____	126
Figura Nª 3.18. Vista aérea lugares de accidentes TCA 2 _____	127
Figura Nª 3.19. Vista aérea TCA 3 _____	128
Figura Nª 3.20. Vista aérea tramos de aforo de velocidad TCA 3 _____	129
Figura Nª 3.21. Vista aérea señalización TCA 3 _____	130
Figura Nª 3.22. Señal preventiva pendiente fuerte de bajada TCA 3 _____	131
Figura Nª 3.23. Señal reglamentaria no adelantar TCA 3 _____	131
Figura Nª 3.24. Señal preventiva zona de derrumbes TCA 3 _____	132
Figura Nª 3.25. Mallas de protección para derrumbes TCA 3 _____	132
Figura Nª 3.26. Huellas de frenado que muestran invasión de carril TCA 3 _____	133
Figura Nª 3.27. Vista aérea lugares de accidentes TCA 3 _____	134
Figura Nª 3.28. Vista aérea TCA 4 _____	135
Figura Nª 3.29. Vista aérea tramos de aforo de velocidad TCA 4 _____	136
Figura Nª 3.30. Vista aérea señalización TCA 4 _____	137
Figura Nª 3.31. Señal preventiva vía lateral derecha TCA 4 _____	138
Figura Nª 3.32. Señal preventiva vía lateral izquierda TCA 4 _____	138
Figura Nª 3.33. Señal preventiva superficie ondulada TCA 4 _____	139
Figura Nª 3.34. Reductores de velocidad en mal estado TCA 4 _____	140
Figura Nª 3.35. Vista aérea lugares de accidentes TCA 4 _____	140
Figura Nª 3.36. Falta de iluminación del TCA 4 _____	141
Figura Nª 3.36 Calzada para el tránsito de peatones angosta TCA 4 _____	142
Figura Nª 3.37 Tráfico vehicular en función al día de aforo _____	143
Figura Nª 3.38 Grafico de velocidad de diseño y media de recorrido _____	146

INDICE DE ANEXOS

Anexo I.....	Calculo del trafico promedio diario anual
Anexo II.....	Calculo de velocidades
Anexo III	Inventario de señalizacion
Anexo IV.....	Imágenes Google Earth del los TCA
Anexo V	Imagenes señalizacion vertical
Anexo VI.....	Registro de accidentes de transito
Anexo VII.....	Datos Metereologicos SENAMHI