

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



**“EVALUACIÓN DE BARRERAS DE CONTENCIÓN RESPALDADAS POR
LA NORMA NB 165002, PARA CARRETERAS EN EL MARCO DE
SEGURIDAD VIAL”**

QUINTANILLA MALDONADO CRISTHIAN

Proyecto de Ingeniería Civil II CIV – 502 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 DE BARRERAS DE CONTENCIÓN RESPALDADAS
POR LA NORMA NB 165002, PARA CARRETERAS EN EL MARCO
DE SEGURIDAD VIAL”**

Por: QUINTANILLA MALDONADO CRISTHIAN

Proyecto elaborado en la asignatura CIV-502

SEMESTRE II - 2025
TARIJA-BOLIVIA

DEDICATORIA

A mis padres, Víctor Hugo y María Elena, por estar incondicionalmente, su apoyo incansable y por enseñarme que con esfuerzo y dedicación los sueños se hacen realidad y por el deseo de superación que día a día me brindaron para no desistir en el camino.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

Página

1.	Introducción	1
1.1.	Justificación	1
1.2.	Planteamiento del problema	2
1.2.1.	Situación problemática.....	2
1.2.2.	Problema	2
1.3.	Objetivos del proyecto.....	3
1.3.1.	Objetivo general	3
1.3.2.	Objetivos específicos	3
1.4.	Hipótesis	3
1.5.	Alcance	4
1.6.	Procedimiento del análisis y el procesamiento de la información.....	4
1.6.1.	Definición de variables independiente y dependiente.....	4
1.7.	Unidad de estudio	5
1.7.1.	Población.....	5
1.7.2.	Muestra.....	5
1.7.3.	Muestreo.....	5
1.8.	Métodos y técnicas empleadas	6
1.8.1.	Selección de métodos y técnicas empleadas	6
1.8.2.	Técnicas de muestreo	6
1.8.3.	Instrumentos para la obtención de datos	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

	Página
2. Seguridad Vial.....	8
2.1. Componentes de la seguridad vial	8
2.1.1. Objetivos de la Norma NB 165002.....	9
2.1.2. Requisitos técnicos según la NB 165002	9
2.1.3. Sistemas de contención vehicular	12
2.2. Barreras metálicas de contención	12
2.2.1. Definición.....	14
2.2.2. Clasificación de las barreras de contención	15
2.2.3. Normativas y Estándares de seguridad	17
2.2.4. Materiales y diseño estructural	18
2.2.5. Principios Físicos de Funcionamiento	19
2.2.6. Tipos de barreras metálicas por número de onda.....	19
2.2.7. Impacto en la seguridad vial	22
2.3. Criterios de instalación de las barreras de contención.....	22
2.3.1. Factores que se consideran en la selección de barreras.....	22
2.3.2. Nivel de contención.....	23
2.3.3. Nivel de severidad del impacto	27
2.3.4. Capacidad de redireccionamiento	28
2.4. Señalización horizontal en carreteras	29
2.4.1. Señalización para mejorar la seguridad vial.....	29
2.4.2. Concepto de señalización horizontal.....	29
2.4.3. Materiales para la señalización	30
2.4.4. Situación en Bolivia	30
2.4.5. Uso de ojos de gato	31
2.5. Ley de Cargas N°441.....	32

2.5.1. Objetivo y finalidad.....	32
2.5.2. Ámbito de aplicación y controles.....	33
2.5.3. Instituciones responsables y sistema de control.....	33
2.5.4. Disposición de vehículos.....	33
2.6. Fundamentos de diseño de barreras de contención	35
2.6.1. Normativa aplicable	35
2.6.2. Fundamento principales	36

CAPÍTULO III

RELEVAMIENTO DE INFORMACIÓN OBTENIDA

	Página
3. Ubicación	38
3.1. Ubicación de los tramos	38
3.1.1. Tramo 1 – Cieneguillas	38
3.1.2. Resumen de los tres tramos	43
3.2. Selección de curvas	44
3.3. Identificación de las barreras de contención instaladas en curvas con riesgo alto	44
3.4. Caracterización de barreras de contención	45
3.5. Ubicación de las curvas peligrosas	47
3.5.1. Tramo 1-Cieneguillas	47
3.5.2. Tramo 2- El Cóndor	48
3.5.3. Tramo 3-Yunchará	49
3.6. Evaluación de componentes de las barreras de contención respaldada en la Norma NB 165002	49
3.6.1. Tipos de barreras metálicas	50
3.6.2. Elementos de fijación	52
3.6.3. Elementos de sujeción	53

3.7.	Distancia al borde de la calzada	64
3.8.	Recopilación de datos de tráfico.....	67
3.8.1.	Aforo de tráfico en el Tramo Cieneguillas.....	67
3.8.2.	Aforo de tráfico en el Tramo El Cóndor	70
3.8.3.	Aforo de tráfico en el Tramo Yunchará	73
3.9.	Resumen de tipo de vehículos que circulan	76
3.9.1.	Datos del Tramo Cieneguillas.....	76
3.9.2.	Datos del Tramo El Cóndor	77
3.9.3.	Datos del Tramo Yunchará	78
3.10.	Velocidades de recorrido real	79
3.10.1.	Velocidades del Tramo Cieneguillas	79
3.10.2.	Velocidades del Tramo El Cóndor.....	80
3.10.3.	Velocidades del Tramo Yunchará.....	81
3.11.	Cálculo de radio de curvatura.....	82
3.12.	Velocidad de diseño.....	84

CAPÍTULO IV

PLANTEAMIENTO DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Página

4.	Resultados obtenidos.....	86
4.1.	Distancia al borde de la calzada	87
4.1.1.	Nivel de Contención.....	88
4.1.2.	Comparación de velocidades.....	89
4.2.	Propuesta de barrera de contención	91
4.2.1.	Detalles de barrera 3 ondas	92
4.3.	Curvas en las que se debe aplicar la barrera propuesta	95
4.4.	Presupuesto de alternativa	98

4.4.1. Precio unitario	98
4.4.2. Alternativa.....	98
4.4.3. Costo de materiales	98
4.4.4. Presupuesto	99
4.4.5. Especificaciones técnicas	99
4.5. Análisis de los tramos desde el punto de vista de la señalización vial	101
4.5.1. Señalizaciones verticales.....	101
4.5.2. Señalizaciones horizontales	103
4.6. Propuesta para mejorar la seguridad vial.....	103
4.6.1. Precio unitario de alternativas.....	103
4.6.2. Costo de materiales	106
4.6.3. Presupuesto de alternativas	107
4.6.4. Especificaciones técnicas	107
4.7. Análisis de los resultados	112
4.7.1. Propuesta barrera metálica de seguridad.....	112
4.7.2. Propuesta para señalización vial	113

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Página

5. Conclusiones y recomendaciones	114
5.1. Conclusiones	114
5.2. Recomendaciones	115

Bibliografía

ANEXOS

Anexo 1: Fotografías

Anexo 2: Planillas para levantamiento de datos

Anexo 3: Cotizaciones

Anexo 4: Costos unitarios

Anexo 5: Fichas técnicas

Anexo 6: Planos

Índice de figuras

	Página
Figura 1 :Accidentes de tránsito en Bolivia	11
Figura 2: Relación porcentual de causas que ocasionaron.....	12
Figura 3: Barreras metálicas de seguridad	15
Figura 4:Barrera rígida.....	16
Figura 5: Barrera semirrígida	16
Figura 6: Barrera flexible	17
Figura 7: Materiales y diseño estructural	18
Figura 8: Baranda de onda doble	20
Figura 9: Baranda de onda doble	21
Figura 10: Redireccionamiento y mitigación del impacto	22
Figura 11: Energía cinética transversal máxima incidente en la barrera de seguridad según los niveles de prueba definidos en las normativas EN 1317 y Reporte 350 NCHRP.....	25
Figura 12: Nivel de contención	27
Figura 13: Capacidad de redireccionamiento del sistema de contención.	29
Figura 14: Ubicación del Tramo 1	38
Figura 15: Vista en planta segunda curva en AutoCAD con mapa aéreo.....	39
Figura 16: Ubicación del Tramo 2	40
Figura 17: Vista en planta en AutoCAD con mapa aéreo.....	41
Figura 18: Ubicación Tramo 3.....	42
Figura 19: Vista en planta de todo el tramo en AutoCAD con mapa aéreo.....	42
Figura 20: Equipo RTK en trabajo de campo	43
Figura 21: Curva peligrosa.....	46
Figura 22: Barreras simples	47
Figura 23: Estado de las barreras	47
Figura 24: Ubicación de curvas peligrosa.....	48
Figura 25: Ubicación de curva peligrosa	48
Figura 26: Ubicación de curvas peligrosas	49
Figura 27: Barrera simple.....	50

Figura 28: Barrera simétrica.....	50
Figura 29: Barrera doble	51
Figura 30: Isometría de instalación	51
Figura 31: Especificaciones del poste de sujeción.....	54
Figura 32: Especificaciones del Separador	55
Figura 33: Pieza especial tipo aleta.....	57
Figura 34: Pieza especial tipo cola de pez	58
Figura 35: Especificaciones técnicas de baranda doble onda	60
Figura 36: Ubicación en barrera metálica de seguridad calzada bidireccional	63
Figura 37: Curva A	64
Figura 38: Curva B.....	64
Figura 39: Curva C.....	65
Figura 40: Curva D	65
Figura 41: Curva E.....	66
Figura 42: Curva F	66
Figura 43: Curva G	66
Figura 44: Estado de la barrera en la curva C	90
Figura 45: Baranda 3 ondas.....	92
Figura 46: Isométrica barrera 3 ondas.....	94
Figura 47: Curva A	95
Figura 48: Curva B.....	95
Figura 49: Curva C.....	95
Figura 50: Curva D	96
Figura 51: Curva F	97
Figura 52: Señalizaciones verticales de advertencia.....	102
Figura 53: Señalizaciones verticales de restrictivas.....	102
Figura 54: Señalizaciones horizontales de advertencia y restrictivas	103
Figura 55: Ojos de gato	104
Figura 56: Estoperoles.....	105
Figura 57: Tachón bidireccional	106

Índice de Tablas

Página

Tabla 1: Clasificación vehicular por su peso	25
Tabla 2: Condiciones que deben cumplir según Norma	26
Tabla 3: Nivel de severidad del impacto.....	28
Tabla 4: Artículo 8° (Pesos brutos máximos permitidos por ejes y grupos de ejes).....	34
Tabla 5: Artículo 12° (Dimensiones máximas permitidas).....	34
Tabla 6: Tipos de vehículos según Ley de cargas N°441	35
Tabla 7: Características de la vía	39
Tabla 8: Características de la vía	41
Tabla 9: Características de la vía	43
Tabla 10: Identificación de las barreras de contención.....	44
Tabla 11: Reporte de las barreras.....	46
Tabla 12: Valores de los pernos	52
Tabla 13: Valores de las tuercas.....	53
Tabla 14: Poste sujeción.....	53
Tabla 15: Valores de Poste.....	56
Tabla 16: Valores del separador.....	56
Tabla 17: Valores de segmento	58
Tabla 18: Valores de segmento	58
Tabla 19: Clasificación de barreras metálicas.....	59
Tabla 20: Valores de baranda.....	61
Tabla 21: Valores de baranda.....	61
Tabla 22: Valores de baranda.....	61
Tabla 23: Disposición de los elementos retroreflectantes.....	62
Tabla 24: Elementos retrorreflectantes	64
Tabla 25: Aforo horario 1	67
Tabla 26: Aforo horario 2	68
Tabla 27: Aforo horario 3	69

Tabla 28: Aforo horario 1	70
Tabla 29: Aforo horario 2	71
Tabla 30: Aforo horario 3	72
Tabla 31: Aforo horario 1	73
Tabla 32: Aforo horario 2	74
Tabla 33: Aforo horario 3	74
Tabla 34: Clasificación vehicular por su peso	75
Tabla 35: Resumen de vehículos.....	76
Tabla 36: Resumen de vehículos.....	77
Tabla 37: Resumen de vehículos.....	78
Tabla 38: Velocidades en el Tramo	79
Tabla 39: Velocidades en el Tramo	80
Tabla 40: Velocidades en el Tramo	81
Tabla 41: Resumen de especificaciones técnicas.....	86
Tabla 42: Distancia de preocupación Ls	87
Tabla 43: Velocidades del tramo Cieneguillas.....	88
Tabla 44: Velocidades del tramo El Cóndor	88
Tabla 45: Velocidades del tramo Yunchará	89
Tabla 46: Promedio de tipo de vehículos.....	89
Tabla 47: Comparación de velocidades	89
Tabla 48: Criterios para seleccionar el nivel de contención de una barrera de seguridad	90
Tabla 49: Valores de barreras propuestas	95
Tabla 50: Valores de barreras propuestas	96
Tabla 51: Valores de barreras propuestas	97
Tabla 52: Ítems de alternativa	98
Tabla 53: Costos de Ítems.....	99
Tabla 54: Presupuesto	99
Tabla 55: Primera alternativa.....	104
Tabla 56: Segunda alternativa.....	105
Tabla 57: Tercera alternativa	106

Tabla 58: Primera alternativa	106
Tabla 59: Segunda alternativa.....	107
Tabla 60: Tercera alternativa	107
Tabla 61: Tercera alternativa	107

Índice de Gráficas

	Página
Gráfica 1: Aforo horario 1.....	67
Gráfica 2: Aforo horario 2.....	68
Gráfica 3: Aforo horario 3.....	69
Gráfica 4: Aforo horario 1.....	70
Gráfica 5: Aforo horario 2.....	71
Gráfica 6: Aforo horario 3.....	72
Gráfica 7: Aforo horario 1.....	73
Gráfica 8: Aforo horario 2.....	74
Gráfica 9: Aforo horario 3.....	75
Gráfica 10: Resumen de vehículos.....	76
Gráfica 11: Resumen de vehículos.....	77
Gráfica 12: Resumen de vehículos.....	78
Gráfica 13: Resumen de velocidades	79
Gráfica 14: Resumen de velocidades	80
Gráfica 15: Resumen de velocidades	81