



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

ÁREA TÉCNICA

**MAGÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL, MENCIÓN EN
CARRETERAS DE MONTAÑA**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Propuestas de mejora de seguridad vial del tramo Catamayo –
Gonzanamá desde Km 0+000 (Y de aeropuerto - Catamayo)
hasta Km 19+500 (Sector Matala - Gonzanamá)

Autor: Cabrera Sandoval, Ricardo Bernabé

Director: García Ramírez, Yasmany Damián.

LOJA - ECUADOR
2021



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NC-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2021

Aprobación del director del trabajo de titulación

Loja, 26 de agosto del 2021

Doctor

Yasmany Damián García Ramírez

Coordinador de programa de posgrados

Ciudad.-

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación denominado: Propuestas de mejora de seguridad vial del tramo Catamayo – Gonzanamá desde Km 0+000 (Y de aeropuerto - Catamayo) hasta Km 19+500 (Sector Matala - Gonzanamá) realizado por Ricardo Bernabé Cabrera Sandoval, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo. Así mismo, doy fe que dicho trabajo de titulación ha sido revisado por la herramienta antiplagio institucional.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Yasmany Damián García Ramírez

C.I: 1103873384

Declaración de autoría y cesión de derechos

“Yo, Ricardo Bernabé Cabrera Sandoval, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente:

- Ser autor del Trabajo de Titulación denominado: Propuestas de mejora de seguridad vial del tramo Catamayo – Gonzanamá desde Km 0+000 (Y de aeropuerto - Catamayo) hasta Km 19+500 (Sector Matala - Gonzanamá), del Programa de posgrados Maestría en Ingeniería Civil, mención en carreteras de montaña, específicamente de los contenidos comprendidos en: Capítulo uno: Introducción y estado del arte, Capítulo Dos: Metodología, Capítulo tres: Resultados y Discusión, Conclusiones y Recomendaciones, tablas y Apéndices, siendo Yasmany Damián García Ramírez, director del presente trabajo; y, en tal virtud, eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones judiciales o administrativas, en relación a la propiedad intelectual. Además, ratifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo son de mi exclusiva responsabilidad.
- Que mi obra, producto de mis actividades académicas y de investigación, forma parte del patrimonio de la Universidad Técnica Particular de Loja, de conformidad con el artículo 20, literal j), de la Ley Orgánica de Educación Superior; y, artículo 91 del Estatuto Orgánico de la UTPL, que establece: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.
- Autorizo a la Universidad Técnica Particular de Loja para que pueda hacer uso de mi obra con fines netamente académicos, ya sea de forma impresa, digital y/o electrónica o por cualquier medio conocido o por conocerse, sirviendo el presente instrumento como la fe de mi completo consentimiento; y, para que sea ingresada al Sistema Nacional de

Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, en cumplimiento del artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

Autor: Ricardo Bernabé Cabrera Sandoval

C.I.: 1103055214

Dedicatoria

A mi esposa y mis hijos por ese apoyo incondicional, que es la razón fundamental de las ganas de crecer como padre y esposo. A mi madre que aunque no este presente es mi apoyo espiritual para no decaer en el diario trajinar. A mi padre y mis hermanos que siempre están para apoyarme en todo los abjetivos que me plantea la vida.

Agradecimiento

A todos los docentes que me formaron del programa de Maestrías de la Universidad Técnica Particular de Loja. A todas las personas que hicieron posible que este proyecto se haga realidad y a Dios pilar fundamental, guía, apoyo y fortaleza en los momentos más difíciles.

Índice de Contenido

Carátula.....	i
Aprobación del director del trabajo de titulación	ii
Declaración de autoría y cesión de derechos.....	iii
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de Contenido	vii
Resumen	1
Abstract	2
Capítulo uno	3
Introducción y estado del arte	3
Capítulo dos	7
Metodología	7
2.1. Zona de Estudio	7
2.2. Equipo e Instrumentos	8
2.3. Categorización de la vía	9
2.4. Procedimiento	11
Capítulo tres	31
Resultados y Discusión.....	31
3.1. Clasificación de tramos de vía por número de estrellas	31
Conclusiones.....	36
Recomendaciones	37
Referencias bibliográficas	38
Tablas y Apéndices.....	39

Resumen

De acuerdo a las estadísticas de la Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador, en la provincia de Loja a partir del año 2008 hay un aumento progresivo en el número y gravedad de siniestros en las carreteras. Entre las causas principales se tiene: irrespeto a las señales de tránsito, distracción al conducir y conducir bajo efectos de sustancias no permitidas. La presente investigación está dirigida a contrarrestar esa tendencia al proponer mejoras en seguridad vial para un tramo específico de carretera. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es proponer medidas de seguridad vial en un tramo de la carretera Catamayo – Gonzanamá. Para ello se utilizará el modelo International Road Assessment Program (iRAP) que está contenido en el software gratuito y en línea denominado ViDA. Previamente se realizó en campo la obtención de todos los parámetros solicitados por el software (fotografías, mediciones geométricas, etc.). Se procesó esa información y se ingresó al software. Con estos resultados se analizaron varias contramedidas y se propusieron las más adecuadas. Finalmente, se recalculó la seguridad que ofrece la carretera mediante el mismo programa. Los resultados de esta tesis servirán para reducir la probabilidad de siniestro o reducir la gravedad del mismo en esa carretera. Además, sirve como referencia para que sea aplicada a otras carreteras del país.

Palabras claves: iRAP, carretera Catamayo - Gonzanamá, ViDA.

Abstract

According to the statistics of the National Transit Agency of Ecuador, in the province of Loja since 2008 there is a progressive increase in the number and severity of accidents on the roads. Among the main causes are: disrespect for traffic signs, distraction when driving and driving under the influence of prohibited substances. This research is aimed at countering this trend by proposing improvements in road safety for a specific stretch of road. Therefore, the objective of this study is to propose road safety measures on a section of the Catamayo – Gonzanamá road. This will be done using the International RoadEvent Program (iRAP) model that is contained in the free and online software called ViDA. Previously, all the parameters requested by the software (photographs, geometric measurements, etc.) were obtained in the field. That information was processed and entered into the software. With these results, several countermeasures were analyzed and the most appropriate ones were proposed. Finally, the safety offered by the road was recalculated through the same program. The results of this thesis will serve to reduce the probability of accident or reduce the severity of the same on that road. In addition, it serves as a reference for it to be applied to other roads in the country.

Keywords: iRAP, Catamayo - Gonzanamá road, ViDA.

Capítulo uno

Introducción y estado del arte

Cada año se pierden aproximadamente 1,35 millones de vidas como consecuencia de los accidentes de tránsito. Entre 20 millones y 50 millones de personas sufren traumatismos no mortales, y muchos de esos traumatismos provocan una discapacidad. Los accidentes de tránsito cuestan a la mayoría de los países el 3% de su PIB. (OMS, 2017). Es preocupante el aumento de accidentes de tránsito en Ecuador y en el mundo. La mayoría de estos accidentes son fatales para los ocupantes de los vehículos lo cual se convierte en un problema relacionado con la salud pública, calidad de infraestructura vial y mantenimiento rutinario de la infraestructura vial estatal. De las estadísticas tomadas del Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos INEC (INEC, 2019) los siniestros de tránsito al año 2019 fueron 24 595 a nivel nacional y 624 en la provincia de Loja.

La principal causa de los siniestros es la impericia del conductor, ya que la conducción de cualquier vehículo representa constantemente la toma de decisiones para ajustarse a las características y circunstancias que presenta la carretera de tal manera que se pueda reducir los riesgos al conducir y no auto generar situaciones de peligro. Entre las principales causas de accidentes en la provincia de Loja se tiene: impericia e imprudencia del conductor, exceso de velocidad y conducción bajo el efecto de sustancias psicotrópicas (INEC, 2019). La red vial estatal está compuesta por 5 489 Km de vías de las cuales 765.39 Km corresponden a la red estatal y 4 723.66 Km pertenecen al sistema vial provincial (CONGOPE, 2019).

El objeto del presente estudio es proponer mejoras de seguridad vial del tramo Catamayo – Gonzanamá desde Km 0+000 (Y de aeropuerto - Catamayo) hasta Km 19+500 (Sector Matala - Gonzanamá), mediante la utilización de la metodología iRAP (International Road Assesment Program) y del software ViDA que es un conjunto de herramientas en línea para calcular, administrar, analizar y presentar calificaciones por estrellas y planes de inversión

(ViDA, 2017). Cabe mencionar que este tipo de metodología se la puede utilizar en cualquier carretera del Ecuador.

Se inició la investigación con la toma de fotografías cada 100 metros y medición de las características geométricas de la vía, medición de obstáculos existentes dentro de la carretera que solicita el software ViDA. Se utilizaron en total 196 fotografías que muestran la realidad de cada sitio o abscisa para luego realizar el análisis de cada fotografía y determinar el número de estrellas. Estos valores sirvieron para evaluar la calidad de la vía y proponer mejoras de seguridad de la vía en estudio y obtener las conclusiones respectivas.

Puedo concluir luego del análisis de la carretera que la misma presenta un nivel de seguridad muy bajo de acuerdo a la valoración por estrellas presentada por el software ViDA y se presenta mejoras de la misma basados en parámetros totalmente ejecutables dentro de nuestra realidad entre los más importantes es mantener una buena señalización y colocar bandas laterales de alerta a lo largo de la vía lo que disminuirá considerablemente el número de siniestros anuales.

Un posible enfoque para entender la seguridad vial es analizarla como un sistema social (Nazif, 2011). Según el modelo etiológico propuesto por Haddon, las lesiones de tráfico se producen por la interacción de diversos elementos: el vehículo, que es el transmisor de la energía causante de lesiones; el individuo susceptible de ser lesionado; y el entorno en que se produce la colisión (William, 1968). Los accidentes de tránsito, adicionalmente pueden ocurrir por malas condiciones de la carretera, la falta de mantenimiento del vehículo y la baja cultura vial (Silas, 2011).

Mejorar el entorno y la seguridad de una carretera es el objetivo principal de este estudio para lo cual se empleó la metodología iRAP la cual se estableció para ayudar a abordar el devastador costo social y económico de los accidentes de tránsito. La ingeniería de seguridad vial contribuye directamente a la reducción de las muertes y lesiones en las carreteras. El iRAP ha elaborado cuatro protocolos consistentes a nivel global para evaluar y mejorar la seguridad de las vías los cuales son:

1. **Los Mapas de Riesgo:** utilizan información detallada de accidentes para ilustrar la cantidad real de muertes en una red vial.
2. **La Clasificación por Estrellas:** ofrece una forma simple y objetiva para medir el nivel de seguridad que se presenta en el diseño de una vía.
3. **Los Planes de inversión para Vías más seguras:** se basan en un aproximado de 90 opciones de mejora probadas para generar opciones de infraestructura asequibles y económicamente viables para salvar vidas.
4. **El seguimiento del desempeño de seguridad:** permite el uso de la clasificación por estrellas y los Mapas de riesgo para dar seguimiento al desempeño de la seguridad vial y establecer posturas políticas.

Esta tesis se enfoca en el segundo y tercer protocolo: la clasificación por estrellas y los planes de inversión para vías más seguras. La clasificación por estrellas involucra la inspección de los atributos viales de infraestructura que se sabe tienen un impacto en la probabilidad de accidentes y su severidad. Se clasifica entre 1 y 5 estrellas con base en el nivel de seguridad que provee una vía. Las vías más seguras (4 y 5 estrellas) cuentan con atributos de seguridad vial que son apropiados para las velocidades de tráfico predominantes. Los atributos viales de la infraestructura en una vía segura incluyen la separación del tráfico en sentido contrario por medio de una barrera o mediana amplia, una buena demarcación y diseño de intersecciones, carriles amplios y bermas/acotamientos pavimentados, costados de la vía libres de peligros sin protección como los postes, buena infraestructura para ciclistas y peatones tales como aceras, ciclo vías y cruces peatonales. Las vías menos seguras (1 y 2 estrellas) no cuentan con los atributos de seguridad vial apropiados para las velocidades de tráfico predominantes.

Por lo general estas son vías con calzadas no divididas con frecuencia de curvas e intersecciones, carriles angostos, bermas/acotamientos sin pavimentar, demarcaciones deficientes, intersecciones escondidas y costados de la vía con peligros sin protección tales como árboles, postes y terraplenes o acantilados pronunciados cerca de los costados de la

vía. Estas vías tampoco tienen la capacidad apropiada para ciclistas y peatones con el uso de aceras, ciclo vías y cruces (iRAP, 2014).

Se puede evidenciar que la vía en estudio se encuentra actualmente entre 1 y 2 estrellas luego de realizar propuestas de mejora como señalización adecuada, colocación de bandas laterales sonoras, alejamiento de postes de alumbrado público y árboles, colocación de barreras de metal de protección en taludes y curvas se llega a un nivel de 3 estrellas que para este tipo de vías sería el más adecuado y se lo puede ejecutar en el tiempo. Estos resultados servirán para mejorar considerablemente la seguridad vial en la vía y reducir los accidentes de tránsito considerablemente.

Capítulo dos

Metodología

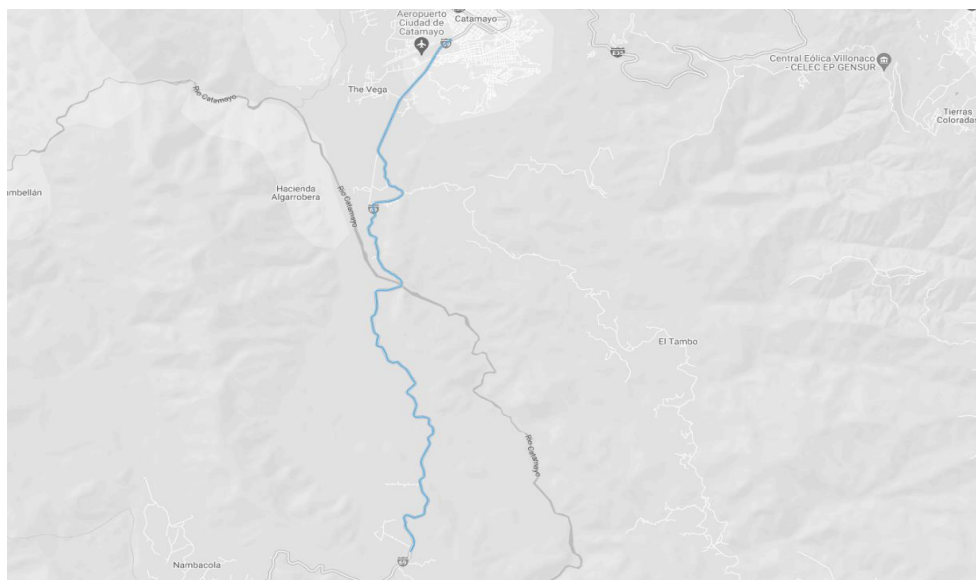
La presente investigación plantea los procesos necesarios para proponer mejoras en el tramo de vía que inicia en el Km 0+000 sector Catamayo hasta Km 19+500 Sector Matala de la vía Catamayo-Gonzanama. Se realizó el recorrido de la vía y se determinan las variables geométricas, posibles riesgos existentes y detalle fotográfico de la vía por tramos cada 100 m. Luego mediante el software ViDA del International Road Assessment Program (iRAP), se hizo la clasificación por estrellas de cada tramo y se propusieron mejoras para aumentar el número de estrellas y mejorar la seguridad vial del tramo en estudio y disminuir los factores de accidentabilidad de la vía.

2.1. Zona de Estudio

La vía Catamayo – Gonzanamá es una vía que presenta una topografía ondulada y una geometría de curvas con radios grandes y pequeños, así como grandes tangentes.

Figura 1

Trazado de vía analizado cuyo Inicio es en Catamayo – Gonzanamá (Matala)



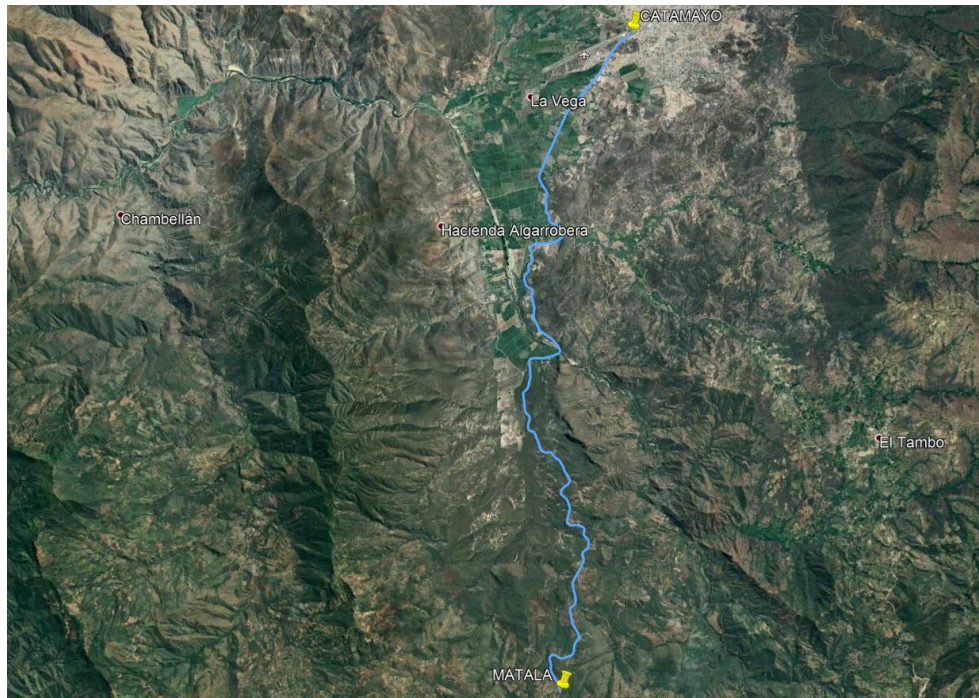
Nota: Adaptado de iRAP – Star Rating for Design

La vía Catamayo – Gonzanamá posee pendientes longitudinales que van entre -7.5 % a 7.5%, el ancho de cada carril es de 3.65 m y 1.0 m de espaldón siendo 9.30 m el ancho

de calzada, una longitud aproximada de 39.70 Km y en el sector de estudio comprende entre las abscisas 0+000 Catamayo a la 19+500 Matala además posee alrededor de 108 curvas horizontales que van desde 60 – 600 m de radio. Presenta un tráfico promedio diario Anual para el año 2021 de 2729 vehículos (MTOP, 2012).

Figura 2

Trazado de vía analizado cuyo Inicio es en Catamayo – Gonzanamá (Matala)



Nota: Adaptado Google Earth (Fotografía)

En los diferentes recorridos realizados se pudo identificar que existen tramos con altos estándares de riesgo especialmente en curvas e intersecciones, además existen tangentes extensas en las cuales los conductores tienden a aumentar la velocidad más de lo permitido por las leyes ecuatorianas y sin respetar las normas de velocidad y se nota una falta de señalización en todos los tramos.

2.2. Equipo e Instrumentos

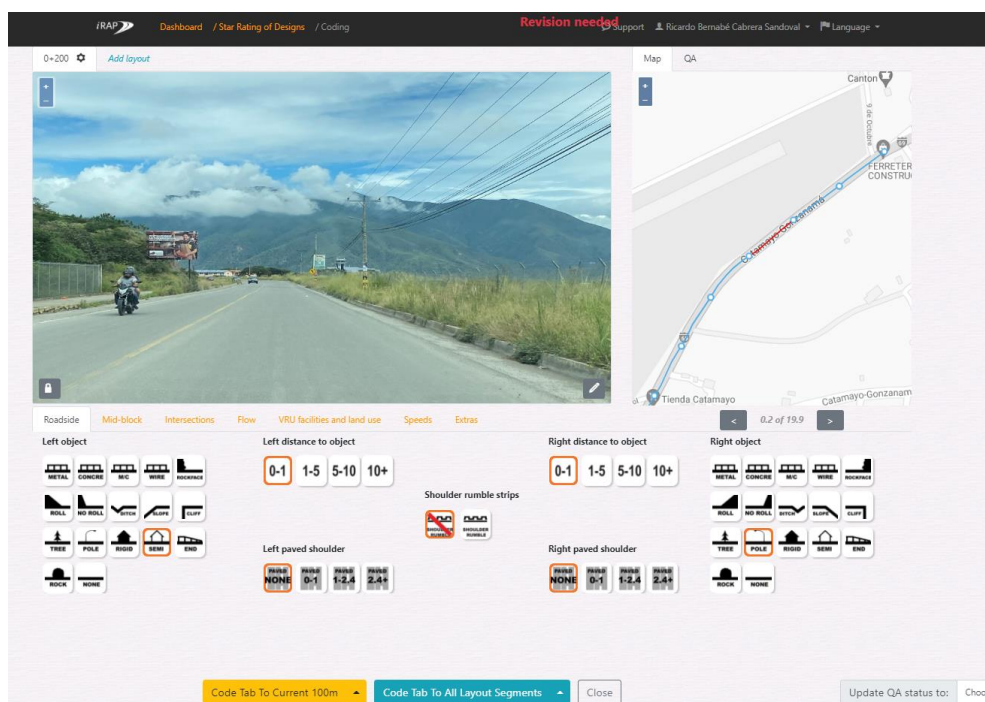
Los equipos utilizados en la presente investigación fueron un dispositivo fotográfico (celular Iphone 12 Pro Max) instalado en un vehículo liviano tipo Jeep (Hyundai Creta), 2018, además una cámara de video instalada en vehículo tipo Dual Lens Black Box como respaldo

del trabajo realizado. El equipo fotográfico se instaló en un soporte en la parte baja del parabrisas y de tal manera que se pueda apreciar la totalidad del ancho de calzada y el equipo de filmación en la parte derecha del parabrisas del vehículo con el fin de apreciar la mayor cantidad de detalles.

Tanto las fotografías como la filmación se las procesó en la plataforma del software iRAP, por ejemplo la que se muestra en la Figura 3, la que da una idea clara del sitio.

Figura 3

Trazado de vía analizado abscisa 0+200



Nota: Adaptado de iRAP – Star Rating for Design

Así también los datos de vía se obtuvieron de los estudios y planos as built existentes de la vía y los cuales reposan en la Dirección Provincial de Loja del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO, 2012).

2.3. Categorización de la vía

Una vez obtenidos todos los datos de campo como son fotografías cada 100 m en todo el recorrido, medición de radios y pendientes, medición de espaldones, diámetros de postes y árboles; y, estado actual de la vía en lo referente a señalización, taludes y precipicios

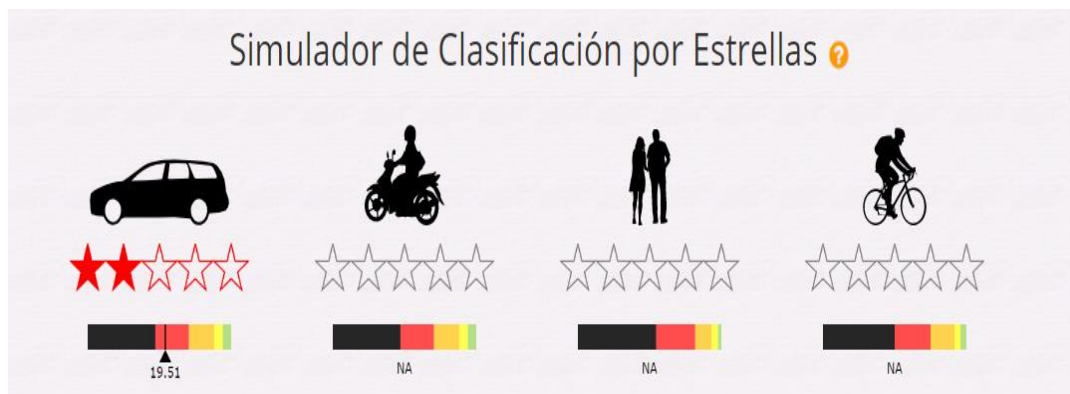
existentes, características de los terrenos aledaños al recorrido analizado y demás parámetros solicitados por el software ViDA que se detallan más adelante.

Se procedió a categorizar cada uno de los tramos utilizando el software ViDA que es un aplicativo de la metodología iRAP. Esta aplicación enumera y solicita diferentes atributos para categorizar el tramo de vía y darles una calificación por número de estrellas de acuerdo a muchos criterios de análisis.

La categorización de los tramos de vía se basa en parámetros que asigna un número de estrellas para cada tramo siendo uno para la categoría más baja y cinco para la categoría más alta. En este estudio se calificó 196 tramos de vía es decir cada 100 m dentro del todo el recorrido que son 19.50 kilómetros, serían 196 categorizaciones de vía y calificaciones por estrellas, en todos se aplicó la metodología iRAP con el software ViDA como se muestra en la Figura 4 – abscisa 1+300.

Figura 4:

Categorización de vía y calificación por estrellas software ViDA abscisa 1+300



Nota: Adaptado de iRAP – Demonstrator

Dentro del software ViDA se debe ingresar los parámetros para cada tramo de vía del cual se determina una calificación por estrellas basada en puntajes que son:

Tabla 1:*Puntaje de calificación y Número de estrellas*

Clasificación por estrellas	Puntaje de Clasificación por Estrellas				
	Vehículos y Motociclistas	Ciclistas	Peatones		
			Total	A lo Largo	Cruces
5	0 a < 2.5	0 a < 5	0 a < 5	0 a < 0.2	0 a < 4.8
4	2.5 a < 5.0	5 a < 10	5 a < 15	0.2 a < 1	4.8 a < 14
3	5 a < 12.5	10 a < 30	15 a < 50	1 a < 7.5	14 a < 32.5
2	12.5 a < 22.5	30 a < 60	40 a < 90	7.5 a < 15	32.5 a < 75
1	≥ 22.5	Más de 60	Más de 90	Más de 15	Más de 75

Nota: Tomado de Bandas de Clasificación por estrellas – iRAP

2.4. Procedimiento

Dentro del recorrido se recogen todos los atributos viales como sección, ubicación y los que influyen en probabilidad y Severidad de los tipos más comunes de accidentes graves para ocupantes de vehículos, motociclistas y peatones ((iRAP), 2014).

Los atributos para cada tramo de 100 m se los registra del más crítico al menos crítico es decir se registra el peor escenario en caso de suceder algún accidente. A continuación, se muestra los atributos viales que se toman en cuenta durante las evaluaciones iRAP y que serán ingresadas al software ViDA.

Sección transversal estándar

Para la presente investigación y de acuerdo al tipo de vía estudiada se tomó la sección transversal Vía Rural Convencional.

Costado de la vía

Severidad lateral - distancia al objeto - lado del conductor:

0 a < 1m

1 a < 5 m

5 a < 10m

≥ 10 m

Severidad lateral - objeto - lado conductor:

Barrera de seguridad - metal
Barrera de seguridad - concreto
Barrera de seguridad - amigable para motocicletas
Barrera de seguridad - cables
Cara vertical agresiva
Corte con pendiente ascendente - gradiente para rodar sobre este
Corte con pendiente ascendente - gradiente para no rodar sobre este
Cuneta de drenaje profundo
Terraplén
Precipicio
Árbol ≥ 10 cm
Señal, poste o polo ≥ 10 cm
Estructura/ puente o edificio rígido
Estructura o edificio semirrígido
Barrera de seguridad con punta no protegida
Grandes rocas ≥ 20 cm de alto
Ninguno

Severidad lateral - distancia al objeto - lado copiloto:

0 a < 1m
1 a < 5 m
5 a < 10m
 ≥ 10 m

Severidad lateral - objeto - lado copiloto:

Barrera de seguridad - metal
Barrera de seguridad - concreto
Barrera de seguridad - amigable para motocicletas
Barrera de seguridad - cables
Cara vertical agresiva
Corte con pendiente ascendente - gradiente para rodar sobre este

Corte con pendiente ascendente - gradiente para no rodar sobre este

Cuneta de drenaje profundo

Terraplén

Precipicio

Árbol ≥ 10 cm

Señal, poste o polo ≥ 10 cm

Estructura/ puente o edificio rígido

Estructura o edificio semirrígido

Barrera de seguridad con punta no protegida

Grandes rocas ≥ 20 cm de alto

Ninguno

Banda de alerta en el acotamiento:

Ausente

Presente

Acotamiento lado del conductor:

Ancho (≥ 2.4 m)

Medio (≥ 1.0 m a < 2.4 m)

Estrecho (≥ 0 m a < 1.0 m)

Ninguno

Acotamiento lado del copiloto

Ancho (≥ 2.4 m)

Medio (≥ 1.0 m a < 2.4 m)

Estrecho (≥ 0 m a < 1.0 m)

Ninguno

Características de la Vía

Etiqueta de calzada:

Cuerpo A de una carretera de cuerpos separados

Cuerpo B de una carretera de cuerpos separados

Carretera no dividida

Cuerpo A de la infraestructura para moto

Cuerpo B de la infraestructura para moto

Costo de modernización

Bajo

Medio

Alto

Tipo de separador central

Barrera de seguridad - metal

Barrera de seguridad - concreto

Faja separadora central física de ancho ≥ 20.0 m

Faja separadora central física de ancho ≥ 10.0 m y <20.0 m

Faja separadora central física de ancho ≥ 5.0 m y <10.0 m

Faja separadora central física de ancho ≥ 1.0 m a <5.0 m

Faja separadora central física de ancho ≥ 0.0 m a <1.0 m

Carril central continuo para vueltas

Indicadores de alineamiento flexibles

Raya separadora de sentidos de circulación doble >1 m y rayas diagonales a 45

Línea central

Barrera de seguridad - amigable para motocicletas

Un solo sentido

Raya separadora de sentidos de circulación doble (0.3 m a 1m) y rayas diagonales a 45

Barrera de seguridad - cables

Banda de alerta en el centro de la carretera

Ausente

Presente

Número de carriles

Uno

Dos

Tres

Cuatro o más

Dos y Uno

Tres y Dos

Ancho de carril

Ancho (≥ 3.25 m)

Medio (≥ 2.75 m a < 3.25 m)

Estrecho (≥ 0 m a < 2.75 m)

Curvatura

Recto o ligeramente curvo

Moderada

Cerrada

Muy Cerrada

Calidad de curva

Adecuado

Deficiente

No aplica

Pendiente

$\geq 0\%$ a $< 7.5\%$

$\geq 7.5\%$ a $< 10\%$

$\geq 10\%$

Condición del camino

Bueno

Regular

Malo

Resistencia al deslizamiento

Pavimentada-adecuada

Pavimentada-regular

Pavimentada-pobre

Revestida-adecuada

Revestida-pobre

Señalamiento

Adecuado

Deficiente

Alumbrado público

Ausente

Presente

Estacionamiento para ocupantes de vehículos

Bajo

Medio

Alto

Calle de Servicio

Ausente

Presente

Obras

Sin Obras

Obra menor en proceso

Obra mayor en proceso

Distancia de visibilidad

Adecuado

Deficiente

Intersecciones

Tipo de intersección

Carril de incorporación

Glorieta

3 ramas (no semaforizada) con giro continuo

3 ramas (no semaforizada) sin giro continuo

3 ramas (semaforizada) con giro continuo

3 ramas (semaforizada) sin giro continuo

4 ramas (no semaforizada) con giro continuo

4 ramas (no semaforizada) sin giro continuo

4 ramas (semaforizada) con giro continuo

4 ramas (semaforizada) sin giro continuo

Ninguno

Cruce de ferrocarril - pasivo (sólo señalización vertical)

Cruce de ferrocarril - activo (semáforo intermitente/pluma)

Punto de cruce de faja separadora central - informal

Punto de cruce de faja separadora central - formal

Mini glorieta

Canalización de la intersección

Ausente

Presente

Volumen de la carretera intersecada

≥ 15000 vehículos

10000 a 15000 vehículos

5000 a 10000 vehículos

1000 a 5000 vehículos

100 a 1000 vehículos

1 a 100 vehículos

Ninguno

Calidad de la intersección

Adecuado

Deficiente

No Aplica

Puntos de acceso a propiedad

Uno o más accesos comerciales

3 o más accesos residenciales

1 o 2 accesos residenciales

Ninguno

Flujo

Flujo vehicular (AADT)

Aquí se coloca el TPDA que para el presente estudio es 2729

% Motocicletas

No registrado

0

1 – 5 %

6 – 10 %

11 – 20 %

21 – 40 %

41 – 60

61 – 80 %

81 – 99 %

100 %

Flujo peatonal en hora pico cruzando la carretera

0

1 a 5

6 a 25

26 a 50

51 a 100

101 a 200

201 a 300

301 a 400

401 a 500

501 a 900

900+

Flujo peatonal en hora pico a lo largo de la carretera del lado del conductor

0

1 a 5

6 a 25

26 a 50

51 a 100

101 a 200

201 a 300

301 a 400

401 a 500

501 a 900

900+

Flujo peatonal en hora pico a lo largo de la carretera del lado del copiloto

0

1 a 5

6 a 25

26 a 50

51 a 100

101 a 200

201 a 300

301 a 400

401 a 500

501 a 900

900+

Flujo de bicicletas en hora pico

Ninguno

0

1 a 5

6 a 25

26 a 50

51 a 100

101 a 200

201 a 300

301 a 400

401 a 500

501 a 900

900+

Infraestructura para Usuarios Vulnerables y Uso del Suelo

Uso de suelo del lado del conductor

Área sin desarrollo

Agricultura y ganadería

Residencial

Comercial

Educacional

Industrial y manufacturero

Uso de suelo del lado del copiloto

Área sin desarrollo

Agricultura y ganadería

Residencial

Comercial

Educacional

Industrial y manufacturero

Tipo de área

Rural/ área abierta

Urbano/ población pequeña o pueblo

Infraestructura de cruce peatonal en carretera inspeccionada

Infraestructura a desnivel

Semaforizada con refugio

Semaforizada sin refugio

No semaforizada, señalizada con pintura y con refugio

No semaforizada, señalizada con pintura y sin refugio

Sólo refugio

Sin infraestructura

Cruce demarcado elevado sin señalizar, con refugio

Cruce demarcado elevado sin señalizar, sin refugio

Cruce no demarcado elevado, con refugio

Cruce no demarcado elevado, sin refugio

Calidad de cruce peatonal

Adecuado

Deficiente

No Aplica

Infraestructura de cruce peatonal en carretera inspeccionada

Infraestructura a desnivel

Semaforizada con refugio

Semaforizada sin refugio

No semaforizada, señalizada con pintura y con refugio

No semaforizada, señalizada con pintura y sin refugio

Sólo refugio

Sin infraestructura

Cruce demarcado elevado sin señalizar, con refugio

Cruce demarcado elevado sin señalizar, sin refugio

Cruce no demarcado elevado, con refugio

Cruce no demarcado elevado, sin refugio

Cerca para contener peatones

Ausente

Presente

Banqueta del lado del conductor

Barrera física

Separación no física ≥ 3.0 m

Separación no física de 1.0m a 3.0 m

Separación no física de 0m a <1.0 m

Ninguno

Vereda ≥ 1.0 m

Vereda 0m a < 1.0 m

Banqueta del lado del copiloto

Barrera física

Separación no física ≥ 3.0 m

Separación no física de 1.0m a 3.0 m

Separación no física de 0m a <1.0 m

Ninguno

Vereda ≥ 1.0 m

Vereda 0m a < 1.0 m

Infraestructura para motocicletas

Motovía exclusiva de un sentido con barrera

Motovía exclusiva de un sentido sin barrera

Motovía exclusiva de dos sentidos con barrera

Motovía exclusiva de dos sentidos sin barrera

Motovía compartida en la carretera

Ninguno

Infraestructura para bicicletas

Vía fuera de la carretera con barrera

Vía fuera de la carretera

Carril en la carretera

Ninguno

Extremo derecho extra-ancho (≥ 4.2 m)

Vía compartida con señalamiento vertical

Ciclovía de uso compartido

Señal de cuidado, zona escolar

Balizas intermitentes en zona escolar

Señalización estática demarcación horizontal en zona escolar

Sin señal de cuidado- zona escolar

No aplica (no hay escuela en el lugar)

Guardia de cruce en zona escolar

Guardia de cruce en zona escolar presente en horario de entrada y salida de la escuela

Guardia de cruce en zona escolar no presente

No aplica (no hay escuela en el lugar)

Velocidades

Límite de velocidad

<30 Km/h

35 Km/h

40 Km/h

45 Km/h

50 Km/h

55 Km/h

60 Km/h

65 Km/h

70 Km/h

75 Km/h

80 Km/h

85 Km/h

90 Km/h

95 Km/h

100 Km/h

105 Km/h

110 Km/h

115 Km/h

120 Km/h

125 Km/h

130 Km/h

135 Km/h

140 Km/h

145 Km/h

≥ 150 Km/h

Límites de velocidad diferenciales

Ausente

Presente

Infraestructura para disminuir velocidad (topes, reductores de velocidad, rayas logarítmicas, etc.)

Ausente

Presente

Velocidad de operación (85 percentil)

<30 Km/h

35 Km/h

40 Km/h

45 Km/h

50 Km/h

55 Km/h

60 Km/h

65 Km/h

70 Km/h

75 Km/h

80 Km/h

85 Km/h

90 Km/h

95 Km/h

100 Km/h

105 Km/h

110 Km/h

115 Km/h

120 Km/h

125 Km/h

130 Km/h

135 Km/h

140 Km/h

145 Km/h

\geq 150 Km/h

Luego de asignar los atributos a cada tramo el software ViDA nos arroja el resultado de la clasificación por estrellas de cada tramo este valor lo denominamos SRS (Star Rating Score) el cual nos indica cuantas estrellas tiene cada tramo, este procedimiento se lo debe realizar cada 100 m, basados en las fotografías tomadas previamente y a recorridos realizados. Estos datos están plasmados en la Tabla 3, en la cual se presenta el puntaje de clasificación por cada abscisa y podemos determinar cuál es calificación por estrellas de cada tramo y de tramos consolidados.

Posteriormente se realiza la evaluación de la vía y se propone contramedidas para mejorar la seguridad vial de la carretera, la metodología iRAP propone 94 medidas de mejoramiento. Que se detallan a continuación:

Tabla 2:

Medidas de Mejoramiento

	Contramedida	Resultados	
		Atributo	Categoría
1	Alineación vertical (mayor)	Pendiente	≥ 0% a <4%
2	Realineamiento (mejora de la distancia visual)	Distancia Visual	Adecuada
3	Realineamiento horizontal	Curvatura	Recta o ligeramente curva
4	Ampliación/Duplicación de calzada con una mediana o faja separadora mayor a 20m de ancho	Tipo de mediana/separador central	Ancho físico de la mediana ≥20 m
	-	Número de carriles	Dos
5	Ampliación/Duplicación de calzada con una mediana o faja separadora de 10 a 20 m de ancho	Tipo de mediana/separador central	Anchura física de la mediana 10 a <20 m
	-	Número de carriles	Dos
6	Ampliación/Duplicación de calzada con una mediana o faja separadora de 5 a 10m de ancho	Tipo de mediana/separador central	Ancho físico de la mediana a 5 a <10 m
	-	Número de carriles	Dos
7	Ampliación/Duplicación de calzada con una mediana o faja separadora de 1 a 5 m de ancho	Tipo de mediana/separador central	Anchura física de la mediana 1 a <5 m
	-	Número de carriles	Dos
8	Ampliación/Duplicación de calzada con una mediana o faja separadora central de hasta 1 m de ancho	Tipo de mediana/separador central	Ancho físico de la mediana 0 a <1 m

	-	Número de carriles	Dos
9	Ampliación/Duplicación de calzada con barrera central	Tipo de mediana/separador central	Barrera de seguridad - apta para motocicletas
	-	Número de carriles	Dos
10	Vía lateral o auxiliar / Camino de servicio	Puntos de acceso a propiedades	1 o 2 Accesos residenciales
	-	Vía de servicio	Presente
11	Carril adicional (2 + 1 con barrera)	Tipo de mediana/separador central	Barrera de seguridad - cable de acero
	-	Número de carriles	Dos y uno
12	Implementar red de un sentido	Tipo de mediana/separador central	Un sentido
13	Carril de adelantamiento	Número de carriles	Dos y uno
14	Paso a desnivel en intersección	Tipo de intersección	Carril de incorporación
15	Barrera mediana central (sin duplicación de calzada) /Barrera central en vías de más de un carril por sentido	Tipo de mediana/separador central	Barrera de seguridad - cable de acero
16	Carril de giro central a lo largo de toda la vía	Tipo de mediana/separador central	Carril de giro central continuo
17	Barrera mediana central (1+1)	Tipo de mediana/separador central	Barrera de seguridad - cable de acero
18	Bandas de alerta centrales / postes flexibles centrales	Tipo de mediana/separador central	Postes flexibles
19	Achurado central (Raya separadora de sentidos de circulación doble y rayas diagonales)	Tipo de mediana/separador central	Achurado central (>1 m)
20	Línea central ancha	Tipo de mediana/separador central	Línea central ancha (0.3 m a 1 m)
21	Carril para motocicletas (Segregado)	Infraestructura para vehículos motorizados de 2 ruedas	Carril de un sentido sin barrera exclusivo para motocicletas
22	Carril para motocicletas (construir en vía existente)	Infraestructura para vehículos motorizados de 2 ruedas	Carril de un sentido sin barrera exclusivo para motocicletas
23	Carril para motocicletas (logotipos pintados solamente en la carretera)	Infraestructura para vehículos motorizados de 2 ruedas	Carril incluido para motocicletas en la calzada
24	Ampliar/Ensachar carril (>0.5 m)	Ancho del carril	Ancho (≥ 3.25 m)
25	Ampliar/Ensachar carril (hasta 0.5 m)	Ancho del carril	Ancho (≥ 3.25 m)
26	Pavimentación de berma/acotamiento de lado del copiloto mayor a 1m.	Berma/acotamiento pavimentado – lado del copiloto	Ancho (≥ 2.4 m)
27	Pavimentación de berma/acotamiento de lado del copiloto hasta 1m.	Berma/acotamiento pavimentado – lado del copiloto	Mediano (≥ 1.0 m a < 2.4 m)

28	Pavimentación de berma/acotamiento del lado del conductor mayor a 1m.	Berma/acotamiento pavimentado – lado del conductor	Ancho (≥ 2.4 m)
29	Pavimentación de berma/acotamiento del lado del conductor hasta 1m.	Berma/acotamiento pavimentado - lado del conductor	Mediano (≥ 1.0 m a < 2.4 m)
30	Bandas alertadoras sobre berma/acotamiento	Bandas alertadoras sobre berma/acotamiento	Presente
31	Barreras laterales – lado del conductor	Severidad lateral - Distancia al objeto - lado del conductor	5 a <10 m
	-	Severidad lateral - Objeto – lado del conductor	Barrera de seguridad - Apta para motocicletas
32	Barreras laterales – lado del copiloto	Severidad lateral - Distancia al objeto – lado del copiloto	5 a <10 m
	-	Severidad lateral - Objeto – lado del copiloto	Barrera de seguridad - Apta para motocicletas
33	Eliminar peligros laterales – lado conductor	Severidad lateral - Distancia al objeto – lado del conductor	≥ 10 m
	-	Severidad lateral - Objeto – lado del conductor	Árbol ≥ 10 cm
34	Eliminar peligros laterales – lado del pasajero	Severidad lateral - Distancia al objeto – lado del copiloto	≥ 10 m
	-	Severidad lateral – Objeto – lado del copiloto	Árbol ≥ 10 cm
35	Mejoramiento de taludes y terraplenes laterales – lado conductor	Severidad lateral - Distancia al objeto lado del conductor	≥ 10 m
	-	Severidad lateral - Objeto – lado del conductor	Terraplén hacia abajo ($> -15^\circ$)
36	Mejoramiento de taludes y terraplenes laterales – lado del pasajero	Severidad lateral - Distancia al objeto – lado del pasajero	≥ 10 m
	-	Severidad lateral – Objeto – lado del copiloto	Terraplén hacia abajo ($> -15^\circ$)
37	Rotonda/Glorieta	Tipo de intersección	Rotonda/Glorieta
38	Pavimentar superficie de la vía	Resistencia al deslizamiento / Agarre	Pavimentado – regular
39	Rehabilitación de la superficie de la vía	Condición de la vía	Buena
40	Resistencia al deslizamiento (vía pavimentada)	Resistencia al deslizamiento / Agarre	Pavimentado - adecuado
41	Resistencia al deslizamiento (vía sin pavimentar)	Resistencia al deslizamiento / Agarre	Sin pavimentar - adecuado
42	Semaforizar intersección (4 ramas)	Tipo de intersección	4 ramas con semáforo y con carril de giro
43	Carril de giro izquierdo en intersección de 4 ramas con semáforo	Tipo de intersección	4 ramas con semáforo y con carril de giro
	-		

44	Carril de giro a la izquierda en intersección de 4 ramas sin semáforo	Tipo de intersección	4 ramas sin semáforo y con carril de giro
45	Semaforizar intersección de 3 ramas	Tipo de intersección	3 ramas con semáforo y con carril de giro
46	Carril de giro izquierdo en intersección de 3 ramas con semáforo	Tipo de intersección	3 ramas con semáforo y con carril de giro
47	Carril de giro a la izquierda en intersección 3 ramas sin semáforo	Tipo de intersección	3 ramas sin semáforo y con carril de giro
48	Mejora en cruce ferroviario	Tipo de intersección	Cruce ferroviario - activo (luces intermitentes / barreras de acceso)
49	Mejora de cruce de mediana	Tipo de intersección	Punto de cruce de mediana - formal
	-	Calidad de la intersección	Adecuada
50	Carril para bicicletas (fuera de la vía)	Infraestructura para bicicletas	Camino fuera de la vía
51	Carril para bicicletas (dentro de la vía)	Infraestructura para bicicletas	Carril dentro de la vía
52	Cruce peatonal - paso a desnivel	Cruce peatonal - Vía analizada	Cruce peatonal a desnivel
53	Cruce peatonal con semáforo	Cruce peatonal - Vía analizada	Semaforizado con refugio
54	Zona escolar - guardia o supervisor de cruce peatonal	Supervisor de cruce peatonal de zona escolar	Zona escolar - guardia o supervisor de cruce peatonal presente en los horarios de entrada y salida
55	Cruce peatonal elevado de la superficie de rodado (plataforma peatonal) sin semáforo	Cruce peatonal - Vía analizada	Cruce elevado marcado con refugio sin semáforo
56	Cruce peatonal sin semáforo	Cruce peatonal - Vía analizada	Cruce elevado con refugio con semáforo
57	Isla de refugio	Cruce peatonal - Vía analizada	Solamente para refugio
58	Mejorar la calidad de la infraestructura para peatones	Calidad del cruce peatonal	Adecuada
59	Infraestructura para peatones a desnivel en la carretera secundaria o lateral	Cruce peatonal - Vía analizada	Cruce peatonal a desnivel
60	Cruce peatonal con semáforo en la carretera secundaria o lateral	Cruce peatonal - Vía analizada	Semaforizado con refugio
61	Cruce peatonal sin semáforo en la vía lateral	Cruce peatonal - Vía analizada	Cruce con refugio sin semáforo
62	Acera peatonal del lado del copiloto (con barrera)	Acera - costado del copiloto	Barrera física
63	Acera peatonal de lado del pasajero (separada del camino > 3m)	Acera - costado del pasajero	Separación no física \geq 3.0 m
64	Acera peatonal de lado del pasajero (adyacente al camino)	Acera - costado del pasajero	Separación no física 0m a <1.0 m

65	Provisión de sendero peatonal informal >1m del lado del copiloto	Acera - costado del pasajero	Camino informal \geq 1.0 m
66	Provisión de acera costado del conductor (con barrera)	Acera - costado del conductor	Barrera física
67	Provisión de acera costado del conductor (>3 m de la vía)	Acera - costado del conductor	Separación no física \geq 3.0 m
68	Provisión de acera costado del conductor (adyacente al camino)	Acera - costado del conductor	Separación no física 0 m a <1.0 m
69	Provisión de acera costado del conductor (acera informal >1 m)	Acera - costado del conductor	Camino informal \geq 1.0 m
70	Vallas peatonales	Vallas peatonales	Presente
71	Alumbrado público (intersección)	Alumbrado público	Presente
72	Alumbrado público (cruce peatonal)	Alumbrado público	Presente
73	Alumbrado público (en tramo carretero)	Alumbrado público	Presente
74	Distancia visual (eliminación de obstrucciones)	Distancia Visual	Adecuada
75	Advertencia de zona escolar – semáforo intermitente	Advertencia de zona escolar	Semáforo intermitente en zona escolar
76	Advertencia en zona escolar - señales y demarcaciones	Advertencia de zona escolar	Señales estáticas o demarcaciones viales en zona escolar
77	Señalamiento y delineación (intersección)	Calidad de la intersección	Adecuada
78	Mejorar delineación de la curva	Calidad de la curva	Adecuada
79	Mejorar delineación	Delineación	Adecuada
80	Restringir/combina puntos de acceso directo	Puntos de acceso a propiedades	Ninguno
81	Calmado del tráfico	Gestión de la velocidad / Calmado de tráfico	Presente
82	Mejoras de estacionamiento	Estacionamiento de vehículos	Baja
83	Mejora del talud y terraplenes laterales (carril para bicicletas)	Severidad lateral - distancia al objeto – lado del copiloto	5 a <10 m
	-	Severidad lateral - objeto – lado del copiloto	Terraplén (> -15°)
84	Eliminar peligros laterales (carril para bicicleta)	Severidad lateral - distancia al objeto – lado del copiloto	5 a <10 m
	-	Severidad lateral - objeto – lado del copiloto	Árbol \geq 10 cm
85	Barreras laterales (carril para bicicletas)	Severidad lateral - distancia al objeto – lado del copiloto	5 a <10 m
	-	Severidad lateral - Objeto – lado del pasajero	Barrera de seguridad - Apta para motocicletas
86	Barrera mediana central (carril de motocicletas)	Infraestructura para vehículos motorizados de 2 ruedas	Carril de dos sentidos sin barrera exclusivo para motocicletas

	-		
87	Mejora del talud lateral y terraplene (carril de motocicletas) lado del copiloto	Severidad lateral - Distancia al objeto – lado del copiloto	>=10 m
	-	Severidad lateral – Objeto – lado del copiloto	Terraplén (> -15°)
88	Eliminar peligros laterales evidentes (carril de motocicletas) lado del copiloto	Severidad lateral - Distancia al objeto – lado del copiloto	>=10 m
	-	Severidad lateral – Objeto – lado del copiloto	Árbol >=10 cm
89	Barreras laterales (carril de motocicletas) lado del copiloto	Severidad lateral - Distancia al objeto – lado del copiloto	5 a <10 m
	-	Severidad lateral – Objeto – lado del copiloto	Barrera de seguridad - Apta para motocicletas
90	Mejora del talud y terraplén lateral (carril de motocicletas) lado del conductor	Severidad lateral – Distancia al objeto – lado del conductor	>=10 m
	-	Severidad lateral – Objeto – lado del conductor	Terraplén (> -15°)
91	Eliminar peligros laterales evidentes (carril de motocicletas) lado del conductor	Severidad lateral - Distancia al objeto – lado del conductor	>=10 m
	-	Severidad lateral - Objeto – lado del conductor	Árbol >=10 cm
92	Barreras laterales (carril para motocicletas) lado del conductor	Severidad lateral - Distancia al objeto- lado del conductor	5 a <10 m
	-	Severidad lateral - Objeto – lado del conductor	Barrera de seguridad - Apta para motocicletas
93	Revisiones de la gestión de velocidad	Velocidad operación (al percentil 85)	<30 km/h
94	Revisiones de la gestión de velocidad (carril de motocicletas)	Límite de velocidad para motocicletas	<30 km/h

Nota: Tomada de Medidas de mejoramiento – Metodología iRAP

Existe al menos un resultado para cada medida de mejora o contramedidas que se analizan y se aplican a cada tramo para con esto aumentar el nivel de seguridad de la vía es decir aumentar el número de estrellas y a su vez disminuya el valor del SRS (Star Rating Score) y podamos obtener una vía más segura basados en los atributos mencionados en la tabla anterior. Con estos ajustes en los atributos y las mejoras propuestas se determina un nuevo SRS para cada tramo de 100 m y se determina el número de estrellas que se quiere obtener aplicando las mejoras del tramo.

Capítulo tres

Resultados y Discusión

En este capítulo se detalla todos los resultados obtenidos luego del análisis en el software ViDA de cada tramo en donde nos arrojó datos de SRS que fueron tabulados. Con los datos obtenidos se analiza el estado actual de la vía y se propone mejoras para aumentar la seguridad vial de la carretera en estudio.

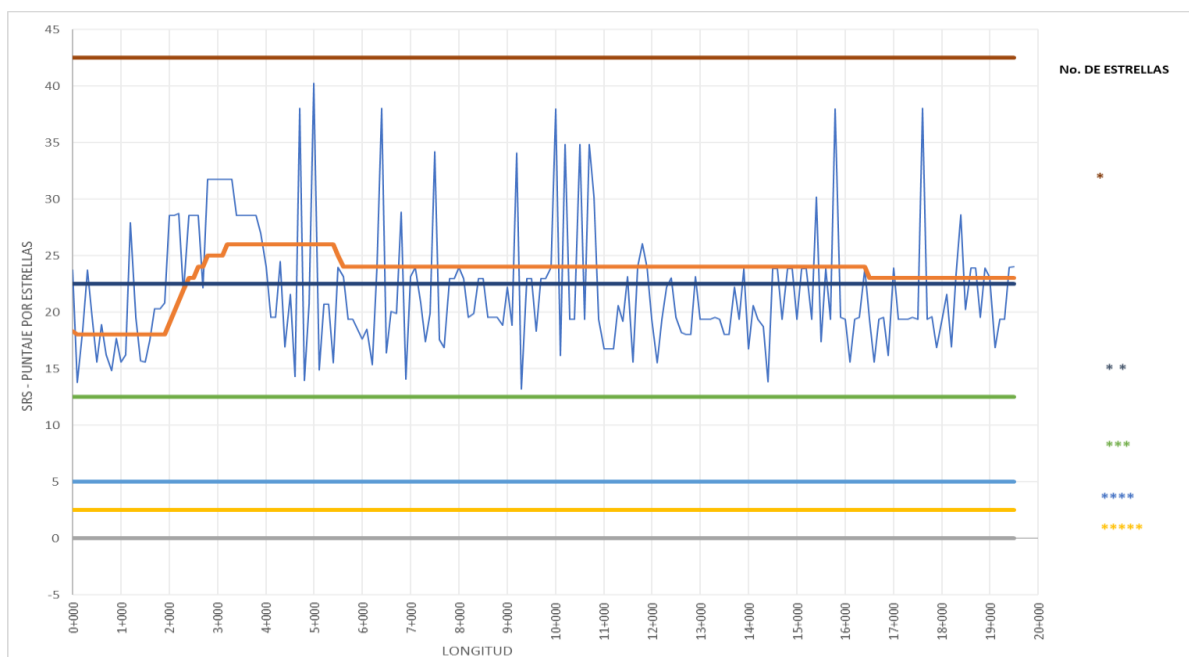
3.1. Clasificación de tramos de vía por número de estrellas

Mediante el software ViDA de la metodología iRAP la clasifica a la vía tomando en cuenta criterios de seguridad como: peligros a los costados de la vía, características geométricas, Intersecciones, flujo vehicular, existencia de infraestructura para usuarios vulnerables y velocidad. Para este estudio los datos de TPDA para el año 2021 es de 2729 vehículos datos tomados del estudio de los Estudios definitivos de la carretera Macara – Sozoranga – Gonzanamá - Catamayo (MTO, 2012).

Como se indicó anteriormente el software ViDA clasifica a la vía por número de estrella siendo 1 estrella la más baja y 5 estrellas la de más alta seguridad vial.

Figura 5:

Calificación iRAP de tramos analizados – estado actual de la vía



Se puede observar en la figura anterior que existen tramos marcados de vía que son: desde el Km 0+000 hasta Km 2+000 presenta una clasificación de **2 estrellas**, del km 2+000 al Km 5+600 el puntaje por estrellas es cambiante y predomina **1 estrella**, desde el Km 5+600 al 16+500 el puntaje es **1 estrella** y el último tramo que va desde el KM 16+500 al 19+500 está dentro del puntaje de **1 estrella**. Este es el resultado del estado actual de la vía luego de ingresar los atributos en cada tramo y ser estos analizados con el software ViDA en la Tabla 3 se presentan los resultados obtenidos por cada tramo y su clasificación. Y en el apéndice 1 se encuentra el análisis de calificación por estrellas de cada tramo es decir desde la abscisa 0+000 – 19+500.

Existen diferentes medidas para mejorar la seguridad de la vía que se tomaron de la Tabla 2: Medidas de Mejoramiento. En este estudio se aplicaron las medidas que se muestran en la tabla 4.

Como se puede ver en la tabla la contramedida Bandas alertadoras sobre Berma/acotamiento: se aplica al 100 % del trazado es decir se debe colocar bandas de alerta a los dos lados de la calzada desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 19+500 lo mismo sucede con la contramedida Señalamiento y Delineación la que se debe aplicar a todo el tramo de estudio es decir se debe mejorar la señalización de la vía.

Así mismo en un promedio del 65 % del trazado se debe alejar los arboles existentes al costado de la vía y los postes de hormigón para trasladar líneas telefónicas desde los 5 m hasta los 10 metros en los laterales de la vía en los dos carriles. Se debe colocar barreras metálicas de protección en las curvas y también para protección de cara vertical agresiva de vía así como edificaciones rígidas en un promedio del 10 % de la longitud del trazado. Y en un porcentaje menor se debe construir reductores de velocidad para inducir a los vehículos a minorar la velocidad en intersecciones, ingresos a tramos poblados de vía e inducir en las rectas largas al conductor respete las normas de velocidad.

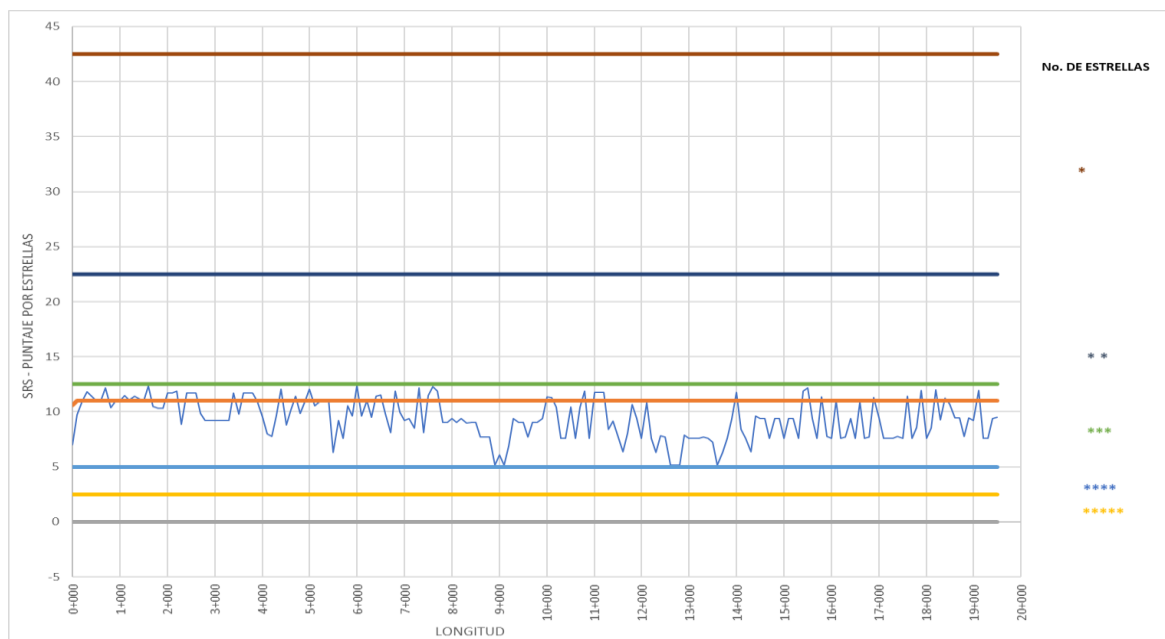
Tabla 4:*Contramedidas Aplicadas*

PROPUESTA DE CONTRAMEDIDA				
	CONTRAMEDIDA	ATRIBUTO	CATEGORIA	%
30	Bandas alertadoras sobre Berma/acotamiento	Bandas alertadoras sobre Berma/acotamiento	Presente	100%
77	Señalamiento y delineación (intersección)	Calidad de la intersección	Adecuado	100%
33	Eliminar peligros laterales - lado del conductor	Severidad lateral - Distancia al objeto - lado del conductor	5 a <=10 m	65%
		Severidad lateral - Objeto - lado del conductor	Señal, poste o polo >=10 cm	
34	Eliminar peligros laterales - lado del copiloto	Severidad lateral - Distancia al objeto - lado del copiloto	5 a <=10 m	61%
		Severidad lateral - Objeto - lado del copiloto	Señal, poste o polo >=10 cm	
32	Barreras laterales – lado del copiloto	Severidad lateral - Distancia la Objeto – lado del copiloto	5 a <10 m	14%
		Severidad lateral - Objeto - lado del copiloto	Barrera de seguridad - metal	
93	Revisiones de la gestion de velocidad	Velocidad operación al percentIl 85	80 Km/h	8%
31	Barreras laterales – lado del conductor	Severidad lateral - Distancia al Objeto – lado del conductor	5 a <10 m	6%
		Severidad lateral - Objeto - lado del conductor	Barrera de seguridad - metal	
93	Revisiones de la gestion de velocidad	Velocidad operación al percentIl 85	70 Km/h	1%
93	Revisiones de la gestion de velocidad	Velocidad operación al percentIl 85	< 30 Km/h	1%

En la siguiente gráfica se puede observar las mejoras producidas a la vía luego de aplicarse las contramedidas antes mencionadas e indicadas en la Tabla 4.

Figura 6:

Calificación iRAP de tramos analizados – Contramedidas aplicadas



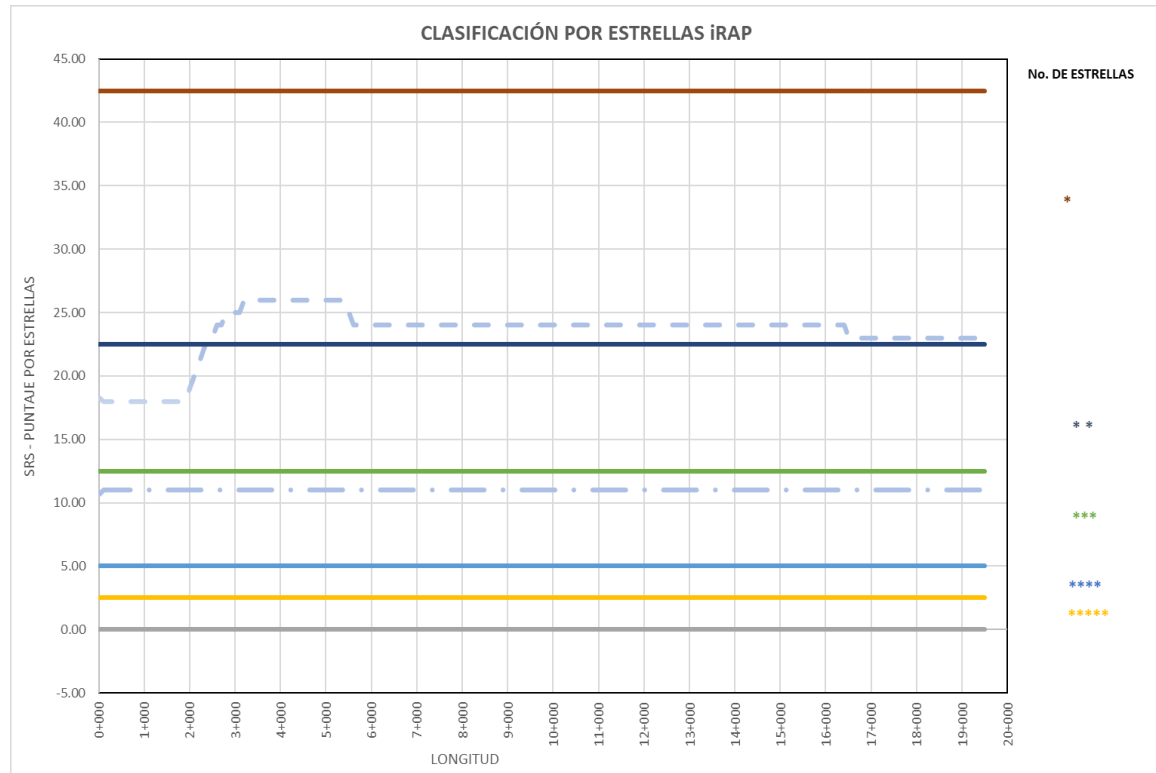
Como ya se indicó entre las principales medidas adoptadas está mejorar la señalización, colocar bandas de alerta a los lados del camino, y se puede apreciar una mejora sustancial en seguridad vial que presentara la vía luego de aplicar las medidas indicadas. El porcentaje de cada medida se puede evidenciar en la Tabla 4.

Además, en el apéndice 2 se encuentra la calificación por estrellas luego de aplicar las mejoras mencionadas desde la abscisa 0+000-19+500.

A continuación, podemos apreciar la diferencia entre el estado actual de la vía y la gráfica con las contramedidas aplicadas, se observa claramente que es posible obtener un nivel de **3 estrellas** logrando así un estándar más alto de seguridad y brindar a los usuarios una carretera de mejor calidad así como más segura para los usuarios.

Figura 7:

Contramedidas adoptadas - % de aplicación de acuerdo a todo el tramo



Se observa en el gráfico anterior que luego de aplicar las contramedidas se obtiene una calificación por estrellas de **3 estrellas**.

Conclusiones

Una vez realizado el análisis se puede concluir que la vía actualmente presenta una seguridad vial muy baja es decir su puntuación actualmente está en **1 estrella** debido a la presencia de riesgos al costado de la vía, falta de señalización, taludes escarpados sin protección, falta de protección en curvas e ingreso a Puentes. Además, se nota en los análisis que debido a la geometría de la vía existen tramos con SRS muy altos y repentinamente nos encontramos con SRS muy bajos lo que nos indica que la consistencia de seguridad vial es muy variable en tramos cortos de construcción.

Para mejorar este inconveniente que se presenta a lo largo del estudio se proponen mejoras a diferentes características de la vía con la finalidad de conseguir que su puntuación aumente a **3 estrellas** entre las mejoras propuestas están realizar una adecuada señalización de todas las intersecciones, señalización de toda la vía, colocación de bandas de alerta al costado del camino estos trabajos se deberían hacer en el 100 % de la vía como se indica en la Tabla 4. También es necesario en las curvas colocar barreras metálicas de protección, así como en los taludes de corte cerrados de todo el trazado se considera que esta contramedida se debe aumentar en 14 % en tramos especificados en el apéndice 2.

A lo largo de todo el camino existen árboles y postes muy cerca de los costados de la vía, estos deberían ser removidos hacia una distancia superior a 5 m del costado del camino de acuerdo a los parámetros dictados por la metodología iRAP, esto se debe hacer en un 65 % del trazado.

Tomando en cuenta todas estas consideraciones podemos garantizar un nivel de seguridad superior al actual y prevenir en mayor cantidad los accidentes existentes en el tramo analizado.

Recomendaciones

Se recomienda aplicar las medidas adoptadas y aumentar el nivel de seguridad de la vía, en si las contramedidas propuestas son ejecutables y representan inversiones muy bajas respecto al costo inicial de construcción.

Realizar mantenimientos constantes a la vía es una garantía para preservar el nivel de seguridad propuesto e incluso el actual.

Este procedimiento se puede aplicar a cualquier via del país y de esta forma se podrá hacer un levantamiento de todas las vías y tener una base de datos que nos de los parámetros necesarios para intervenir en mantenimiento vial y así disminuir la cantidad de accidentes de tránsito.

Referencias

- (iRAP), I. R. (2014). *Ficha Técnica de metodología de iRAP #1 - Descripción General*. ESTADOS UNIDOS: International Road Assessment Programme (iRAP) 2014.
- CONGOPE, B. G. (2019). *Plan de Desarrollo Vial Integral de la Provincia de Loja*. Quito.
- INEC. (2019). *Boletín Técnico No. 01-2019-Transporte, Anuario de Estadísticas de Transporte 2018*. Quito.
- iRAP. (2017). *International Road Assessment Program*. Obtenido de <https://www.iriap.org/es/about-us/>
- MTOP, M. d. (2012). *ESTUDIOS DEFINITIVOS RECTIFICACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA: MACARA-SOZORANGA-GONZANAMA-CATAMAYO*. Estudio de Factibilidad, Loja.
- Nazif, J. I. (2011). *Guía Práctica para el diseño e implementación de políticas de seguridad vial integrales, considerando el rol de la infraestructura*. Santiago de Chile, Chile: CEPAL.
- OMS. (Julio de 2017). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/violence-injury-prevention/road-traffic/es/>
- Pradhan, B., Lee, S., & Buchroither, M. (2010). A GIS-based back-propagation neural network model and its cross-application and validation for landslide susceptibility analyses. *Computers, Environment and Urban Systems*, 34(3), 216-235.
- Silas, O. &. (2011). Road traffic accident deaths as seen in a Tertiary Health centre Jos University Teaching Hospital (JUTH). *Journal of Clinical Pathology and Forensic Medicine*, 13-15.
- ViDA. (2017). *International Road Assessment Program*. Obtenido de <https://ViDA.iriap.org/en-gb/dashboard>
- Vittorio, F. (2011). *Introduction to the physics of landslides*. Springer. New York.
- William Haddon, J. (1968). *The Changing approach to the epidemiology, prevention, and amelioration of trauma: the Transition to approaches etiologically rather than descriptively based* (8 ed., Vol. 58). Miami Beach: National Highway Safety Bureau.

Apéndices

APENDICE 1: CALIFICACIÓN POR ESTRELLAS - SOFTWARE VIDA (https://demonstrator.vida.irap.org/calculate-star)												
		TRAMO	ABSCISA	RADIO (M)	ANCHO DE VIA							
		CATAMAYO-GONZANAMÁ	3+400	0	9.3							
PUNTAJE DE CALIFICACION POR ESTRELLAS (SRS) Vehículo 28.53 Motociclista 0 Ciclista 0 Peatón 0		CLASIFICACIÓN POR ESTRELLAS Vehículo 1 Motociclista 0 Ciclista 0 Peatón 0										
COSTADO DE LA VIA		CARACTERÍSTICAS DE LA VIA		INTERSECCIONES		FLUJO		INFRAESTRUCTURA PARA USUARIOS VULNERABLES Y USO DEL SUELO		VELOCIDADES		
Severidad lateral - distancia al objeto - lado del conductor	1 a < 5 m	Etiqueta de calzada	Carretera no dividida	Tipo de intersección	Ninguno	Flujo vehicular (AADT)	2729	Uso de suelo del lado del conductor	Agricultura y ganadería	Límite de velocidad	60 Km/h	
Severidad lateral - objeto - lado conductor	Terraplén	Costo de modernización	Bajo	Canalización de la intersección	Ausente	% Motocicletas	No registrado	Uso de suelo del lado del copiloto	Agricultura y ganadería	Límites de velocidad diferenciales	Ausente	
Severidad lateral - distancia al objeto - lado copiloto	1 a < 5 m	Tipo de separador central	Linea central	Volumen de la carretera intersectada	Ninguno	Flujo peatonal en hora pico cruzando la carretera	0	Tipo de área	Rural/ área abierta	Infraestructura para disminuir velocidad (topes, reductores de velocidad, rayas logarítmicas, etc.)	Ausente	
Severidad lateral - objeto - lado copiloto	Señal, poste o polo >= 10 cm	Banda de alerta en el centro de la carretera	Ausente	Calidad de la intersección	No Aplica	Flujo peatonal en hora pico a lo largo de la carretera del lado del conductor	0	Infraestructura de cruce peatonal en carretera inspeccionada	Sin infraestructura	Velocidad de operación (85 percentil)	100 Km/h	
Banda de alerta en el acotamiento	Ausente	Numero de carriles	Dos	Puntos de acceso a propiedad	1 ó 2 accesos residenciales	Flujo peatonal en hora pico a lo largo de la carretera del lado del copiloto	0	Calidad de cruce peatonal	No aplica			
Acotamiento lado del conductor	Estrecho (>=0m a <1.0m)	Ancho de carril	Ancho (>=3.25 m)			Flujo de bicicletas en hora pico	Ninguno	Infraestructura de cruce peatonal en carretera inspeccionada	Sin infraestructura			
Acotamiento lado del copiloto	Estrecho (>=0m a <1.0m)	Curvatura	Recto o ligeramente curvo					Cerca para contener peatones	Ausente			
		Calidad de curva	No aplica					Banqueta del lado del conductor	Ninguno			
		Pendiente	>= 0% a <7.5%					Banqueta del lado del copiloto	Ninguno			
		Condición del camino	Bueno					Infraestructura para motocicletas	Ninguno			
		Resistencia al deslizamiento	Pavimentada-regular					Infraestructura para bicicletas	Ninguno			
		Señalamiento	Deficiente					Señal de cuidado, zona escolar	No aplica (no hay escuela en el lugar)			
		Alumbrado público	Ausente					Guardia de cruce en zona escolar	No aplica (no hay escuela en el lugar)			
		Estacionamiento para ocupantes de vehículos	Bajo									
		Calle de Servicio	Ausente									
		Obras	Sin Obras									
		Distancia de visibilidad	Adecuado									

TABLA 2: CALIFICACIÓN POR ESTRELLAS - RESUMEN DE ESTADO ACTUAL DE VÍA

			ESTADO ACTUAL		ESTADO CON PROPUESTAS	
TRAMO	ABSCISA	LONGITUD PARCIAL	SRS - PUNTAJE DE CLASIFICACIÓN	CALIFICACION POR ESTRELLAS	PUNTAJE CON PROPUESTAS	CALIFICACION POR ESTRELLAS
1	0+000		23.72	1	7.03	3
2	0+100	100	13.78	2	9.76	3
3	0+200	100	18.49	2	11.04	3
4	0+300	100	23.72	1	11.82	3
5	0+400	100	19.51	2	11.41	3
6	0+500	100	15.58	2	11.04	3
7	0+600	100	18.9	2	10.99	3
8	0+700	100	16.24	2	12.19	3
9	0+800	100	14.82	2	10.39	3
10	0+900	100	17.69	2	10.98	3
11	1+000	100	15.58	2	11.04	3
12	1+100	100	16.2	2	11.46	3
13	1+200	100	27.92	1	11.07	3
14	1+300	100	19.51	2	11.41	3
15	1+400	100	15.7	2	11.17	3
16	1+500	100	15.58	2	11.04	3
17	1+600	100	17.54	2	12.35	3
18	1+700	100	20.32	2	10.51	3
19	1+800	100	20.32	2	10.3	3
20	1+900	100	20.82	2	10.32	3
21	2+000	100	28.53	1	11.7	3
22	2+100	100	28.53	1	11.7	3
23	2+200	100	28.73	1	11.9	3
24	2+300	100	21.69	2	8.89	3
25	2+400	100	28.53	1	11.7	3
26	2+500	100	28.53	1	11.7	3
27	2+600	100	28.53	1	11.7	3
28	2+700	100	22.14	2	9.84	3
29	2+800	100	31.73	1	9.22	3
30	2+900	100	31.73	1	9.22	3
31	3+000	100	31.73	1	9.22	3
32	3+100	100	31.73	1	9.22	3
33	3+200	100	31.73	1	9.22	3
34	3+300	100	31.73	1	9.22	3
35	3+400	100	28.53	1	11.7	3
36	3+500	100	28.53	1	9.78	3
37	3+600	100	28.53	1	11.7	3
38	3+700	100	28.53	1	11.7	3
39	3+800	100	28.53	1	11.7	3
40	3+900	100	26.98	1	10.98	3
41	4+000	100	24.03	1	9.52	3
42	4+100	100	19.51	2	8.01	3
43	4+200	100	19.51	2	7.77	3

44	4+300	100	24.49	1	9.69	3
45	4+400	100	16.93	2	12.07	3
46	4+500	100	21.6	2	8.81	3
47	4+600	100	14.32	2	10.19	3
48	4+700	100	38.05	1	11.42	3
49	4+800	100	13.98	2	9.83	3
50	4+900	100	20.69	2	10.9	3
51	5+000	100	40.23	1	12.06	3
52	5+100	100	14.9	2	10.55	3
53	5+200	100	20.69	2	10.9	3
54	5+300	100	20.69	2	10.9	3
55	5+400	100	15.5	2	11.15	3
56	5+500	100	23.93	1	6.34	3
57	5+600	100	23.15	1	9.22	3
58	5+700	100	19.36	2	7.62	3
59	5+800	100	19.36	2	10.56	3
60	5+900	100	18.49	2	9.61	3
61	6+000	100	17.63	2	12.39	3
62	6+100	100	18.49	2	9.61	3
63	6+200	100	15.38	2	11.03	3
64	6+300	100	24.03	1	9.52	3
65	6+400	100	38.05	1	11.42	3
66	6+500	100	16.4	2	11.51	3
67	6+600	100	20.04	2	9.84	3
68	6+700	100	19.86	2	8.13	3
69	6+800	100	28.84	1	11.86	3
70	6+900	100	14.1	2	9.95	3
71	7+000	100	23.15	1	9.22	3
72	7+100	100	23.93	1	9.41	3
73	7+200	100	20.82	2	8.54	3
74	7+300	100	17.39	2	12.2	3
75	7+400	100	19.86	2	8.13	3
76	7+500	100	34.19	1	11.45	3
77	7+600	100	17.54	2	12.31	3
78	7+700	100	16.88	2	11.87	3
79	7+800	100	22.97	1	9.04	3
80	7+900	100	22.97	1	9.04	3
81	8+000	100	23.93	1	9.41	3
82	8+100	100	22.97	1	9.04	3
83	8+200	100	19.53	2	9.4	3
84	8+300	100	19.86	2	8.99	3
85	8+400	100	22.97	1	9.04	3
86	8+500	100	22.97	1	9.04	3
87	8+600	100	19.53	2	7.68	3
88	8+700	100	19.53	2	7.68	3
89	8+800	100	19.53	2	7.68	3
90	8+900	100	18.86	2	5.17	3
91	9+000	100	22.2	2	6.09	3
92	9+100	100	18.86	2	5.17	3
93	9+200	100	34.05	1	6.92	3
94	9+300	100	13.18	2	9.4	3
95	9+400	100	22.97	1	9.04	3

96	9+500	100	22.97	1	9.04	3
97	9+600	100	18.31	2	7.68	3
98	9+700	100	22.97	1	9.04	3
99	9+800	100	22.97	1	9.04	3
100	9+900	100	23.93	1	9.41	3
101	10+000	100	37.96	1	11.34	3
102	10+100	100	16.17	2	11.29	3
103	10+200	100	34.84	1	10.41	3
104	10+300	100	19.36	2	7.62	3
105	10+400	100	19.36	2	7.62	3
106	10+500	100	34.84	1	10.41	3
107	10+600	100	19.36	2	7.62	3
108	10+700	100	34.84	1	10.41	3
109	10+800	100	30.15	1	11.86	3
110	10+900	100	19.36	2	7.62	3
111	11+000	100	16.74	2	11.77	3
112	11+100	100	16.74	2	11.77	3
113	11+200	100	16.74	2	11.77	3
114	11+300	100	20.6	2	8.43	3
115	11+400	100	19.18	2	9.14	3
116	11+500	100	23.12	1	7.88	3
117	11+600	100	15.59	2	6.37	3
118	11+700	100	23.99	1	8.06	3
119	11+800	100	26.07	1	10.67	3
120	11+900	100	23.93	1	9.41	3
121	12+000	100	19.36	2	7.62	3
122	12+100	100	15.51	2	10.82	3
123	12+200	100	19.36	2	7.62	3
124	12+300	100	22.21	2	6.31	3
125	12+400	100	23.01	1	7.84	3
126	12+500	100	19.53	2	7.68	3
127	12+600	100	18.2	2	5.17	3
128	12+700	100	18.05	2	5.13	3
129	12+800	100	18.05	2	5.13	3
130	12+900	100	23.12	1	7.88	3
131	13+000	100	19.36	2	7.62	3
132	13+100	100	19.36	2	7.62	3
133	13+200	100	19.36	2	7.62	3
134	13+300	100	19.53	2	7.68	3
135	13+400	100	19.36	2	7.62	3
136	13+500	100	18.05	2	7.24	3
137	13+600	100	18.05	2	5.13	3
138	13+700	100	22.21	2	6.31	3
139	13+800	100	19.36	2	7.62	3
140	13+900	100	23.82	1	9.37	3
141	14+000	100	16.74	2	11.77	3
142	14+100	100	20.6	2	8.43	3
143	14+200	100	19.36	2	7.62	3
144	14+300	100	18.7	2	6.37	3
145	14+400	100	13.83	2	9.65	3
146	14+500	100	23.82	1	9.37	3
147	14+600	100	23.82	1	9.37	3

148	14+700	100	19.36	2	7.62	3
149	14+800	100	23.82	1	9.37	3
150	14+900	100	23.82	1	9.37	3
151	15+000	100	19.36	2	7.62	3
152	15+100	100	23.82	1	9.37	3
153	15+200	100	23.82	1	9.37	3
154	15+300	100	19.36	2	7.62	3
155	15+400	100	30.15	1	11.86	3
156	15+500	100	17.39	2	12.2	3
157	15+600	100	23.82	1	9.37	3
158	15+700	100	19.36	2	7.62	3
159	15+800	100	37.96	1	11.34	3
160	15+900	100	19.51	2	7.77	3
161	16+000	100	19.36	2	7.62	3
162	16+100	100	15.58	2	11.04	3
163	16+200	100	19.36	2	7.62	3
164	16+300	100	19.53	2	7.68	3
165	16+400	100	23.82	1	9.37	3
166	16+500	100	19.36	2	7.62	3
167	16+600	100	15.57	2	10.89	3
168	16+700	100	19.36	2	7.62	3
169	16+800	100	19.53	2	7.68	3
170	16+900	100	16.17	2	11.29	3
171	17+000	100	23.92	1	9.47	3
172	17+100	100	19.36	2	7.62	3
173	17+200	100	19.36	2	7.62	3
174	17+300	100	19.36	2	7.62	3
175	17+400	100	19.51	2	7.77	3
176	17+500	100	19.36	2	7.62	3
177	17+600	100	38.05	1	11.42	3
178	17+700	100	19.36	2	7.62	3
179	17+800	100	19.58	2	8.56	3
180	17+900	100	16.89	2	11.92	3
181	18+000	100	19.36	2	7.62	3
182	18+100	100	21.6	2	8.54	3
183	18+200	100	16.94	2	12.02	3
184	18+300	100	23.38	1	9.29	3
185	18+400	100	28.58	1	11.24	3
186	18+500	100	20.24	2	10.73	3
187	18+600	100	23.87	1	9.42	3
188	18+700	100	23.87	1	9.42	3
189	18+800	100	19.51	2	7.77	3
190	18+900	100	23.87	1	9.42	3
191	19+000	100	23.07	1	9.19	3
192	19+100	100	16.89	2	11.92	3
193	19+200	100	19.36	2	7.62	3
194	19+300	100	19.36	2	7.62	3
195	19+400	100	23.93	1	9.41	3
196	19+500	100	24.03	1	9.52	3