



ÁREA DE INVESTIGACIÓN CIENCIAS DEL AGRO Y MAR

SEGURIDAD EN LA VIALIDAD AGRICOLA DEL MUNICIPIO SAN FERNANDO DEL ESTADO APURE

Pedro José Montes Cedeño

Doctorante en ambiente y desarrollo (pmontes804@gmail.com)

Resumen

El artículo tuvo como propósito desarrollar un modelo evaluativo de la seguridad en la vialidad agrícola del municipio San Fernando del estado Apure, partiendo del análisis de las causales de accidentalidad, el mismo se ha realizado mediante una investigación evaluativa en la cual se ha empleado los modelos de reportes de accidentes de tránsito en dos periodos, particularizando la incidencia de los elementos: caracterización de la vialidad y el tránsito automotor en las zonas estudiadas. Las variables más significativas del fenómeno accidentalidad han correspondido a: señalización, paseos, índice de regularidad internacional, textura y fricción. La incidencia en la accidentalidad para los tramos de carretera se procesó con el programa SPSS 16.0.1, para diferentes tipos de regresiones, seleccionando el modelo de mayor calidad. El modelo desarrollado permite evaluar la seguridad vial del estado de los elementos relativos a la carretera y las características superficiales del pavimento, además del efecto de medidas, regulaciones o acciones de conservación.

Palabras clave: seguridad en la vialidad agrícola, accidentalidad, causales de accidentalidad, evaluación.





SAFETY IN THE AGRICULTURAL ROAD OF THE SAN FERNANDO MUNICIPALITY APURE'S STATE

Abstract

The purpose of the article was to develop an evaluative model of safety in agricultural roads in the San Fernando municipality of Apure state, based on the analysis of the causes of accidents. It has been carried out through an evaluative investigation in which the models have been used. of reports of traffic accidents in two periods, particularizing the incidence of the elements: characterization of the roads and automobile traffic in the studied areas. The most significant variables of the accident phenomenon corresponded to: signage, walks, international regularity index, texture and friction. The incidence of accidents for the road sections was processed with the SPSS 16.0.1 program, for different types of regressions, selecting the highest quality model. The developed model allows evaluating the road safety of the state of the elements related to the road and the surface characteristics of the pavement, in addition to the effect of measures, regulations or conservation actions.

Keywords: agricultural road safety, accident rate, accident causes, evaluation.

Introducción

El sistema de seguridad vial de carreteras rurales (SSVCR), está intervenido por tres agentes antrópicos engranados en el actuar-accionar para determinar la seguridad de las carreteras, a saber: vehículo, ser humano y entorno geoespacial. En el ámbito internacional diversos han sido los estudios sobre el SSVCR y su interrelación con la accidentalidad, destacando: Alba (2008); Organización Mundial de la Salud (OMS 2018); Federación Iberoamericana de Asociaciones de Víctimas Contra la Violencia Vial (FICVI. 2018); Mandle, et al en monografía del Banco Interamericano de Desarrollo (BID. 2016); Alianza Global de ONG para la Seguridad Vial (2019); Bota (2019), Herráez y Moreno (2019), con los cuales, se ha intentado analizar la seguridad vial en las zonas rurales. Tales modelos consideran recursos económicos, condiciones del entorno, tipo de pavimento, características de los vehículos, hábitos y caracteres de los conductores,





normativa de tránsito terrestre, trazado, señalización y otros elementos relacionados con la accidentalidad.

Al respecto, se asevera que evaluar el SSVCR implica considerar dos variables: primero, las características de la infraestructura vial, variante que forma parte de los modelos que consideran la consistencia del trazado y la señalización de la vialidad; segundo, el comportamiento de la accidentalidad relacionado con los elementos del SSVCR como variante para interpretar la formulación de un modelo efectivo. Sin embargo, hasta ahora, no se ha registrado en el municipio San Fernando del estado Apure, Venezuela modelos de comportamiento del SSVCR, fundamentados en las variantes señaladas, por lo que el propósito del autor ha sido desarrollar un modelo evaluativo de la seguridad en la vialidad agrícola del municipio señalado, partiendo del análisis de las causales de accidentalidad.

Materiales y métodos

Esta investigación se ubica dentro del paradigma positivista, con método inductivo deductivo, para determinar los causales de accidentalidad, estipular la influencia de los componentes del SSVCR expuesto por el Estado venezolano, para mitigar los efectos de la accidentalidad en las carreteras rurales. Al respecto, atendiendo a objetivos similares a los de Rumar (1999); Barrera, *et al* (2014); Herráez y Moreno (2019), se considera que las causas de accidentalidad, son plenamente identificables desde tres niveles de análisis, esto es, porque hay problemas evidentes susceptibles de ser abordados mediante una observación superficial (análisis primario); problemas que requieren ser analizados con mayor profundidad (análisis secundario); y problemas que son impercibibles, por encontrarse subrepticios (análisis terciario).

A estas luces, en este estudio, se decidió hacer una descomposición triedral, mediante un análisis primario, cuya propuesta metódica para abordar problemas evidentes contempla 13 indicadores, que comprendieron tres grupos vinculados a: el ser humano





(como conductor, peatón, jinete), los vehículos automotores y, el entorno, los cuales, pueden interrelacionarse directamente. En este nivel; en el caso del municipio San Fernando del estado Apure y dentro del marco nacional venezolano, el análisis se realizó partiendo de los datos contenidos en los modelos de reportes de accidentes de tránsito en la carretera entre las localidades San Fernando y Arichuna.

Los problemas abordados en el análisis secundario, han requerido de un mayor detalle durante el examen. En este sentido, se contemplaron, visitas e inspecciones a los lugares donde han ocurrido accidentes de tránsito con el propósito desarrollar un modelo evaluativo de la seguridad en la vialidad agrícola del municipio San Fernando del estado Apure,. Igualmente se aplicaron entrevistas a conductores y especialistas en materia vial (legislación, infraestructura, mantenimiento, rehabilitación, construcción) con el objetivo de incorporar en los análisis criterios que puedan esclarecer las causales de accidentalidad.

Al acudir a los escenarios donde han ocurrido los accidentes para observar, se complementó el primer nivel de análisis, además de facilitar el acceso a datos para contrastar la información registrada “a priori” en los modelos de registro de accidentes y desarrollar procesos complementarios de datos para construir conocimiento criterial y veraz, asociado a las causas del accidente. Las entrevistas, se adaptaron a la caracterización metodológica del estudio, considerando los criterios de conductores y especialistas en materia vial, estableciéndose el nivel relativo de incidencia en la accidentalidad que tienen los componentes del SSVCR que guardan relación con la infraestructura (carretera).

El análisis terciario, permitió detectar y evaluar los problemas subrepticios imbricados a la organización, políticas y gestión de los procesos de seguridad vial, así como, con aquellos aspectos asociados a: valores, sensibilización, capacitación y el conocimiento de las medidas de seguridad de los decisores, políticos y actores del SSVCR. Este tercer





análisis, contempla tres indicadores de los principales problemas que según Herráez y Moreno (2019), se constituyen para la determinación de los causales de accidentalidad para favorecer el SSVCR, pues, si se conocen las causales de accidentalidad, se puede actuar para mitigar su recurrencia.

Modelos evaluativos de la seguridad vial

En el contexto internacional, el desarrollo de modelos de comportamiento de accidentalidad, considera dos cataduras esenciales: primero la caracterización de la vialidad, y segundo el tránsito. Dichos modelos providencialmente han sido desarrollados atendiendo a las condiciones del entorno donde han sido formulados, en tanto, no pueden ser aplicados con éxito en otros emplazamientos. A estas luces, desarrollar modelos de evaluación para el SSVCR, determinando las causales de accidentalidad permite responder a las condiciones geoespaciales sujetas a investigación, considerando los elementos relacionados con la caracterización de la vialidad y el tránsito.

Resultados

Causales de la accidentalidad: la determinación de las causales de accidentalidad en las vías agrícolas del municipio San Fernando del estado Apure, se realizó entre enero 2021 y septiembre 2022, en atención a este periodo y partiendo del análisis de los modelos de reporte de los accidentes de tránsito ocurridos. Respecto al primer análisis, el mismo se logró realizar con el estudio de los modelos de reporte de accidentes, estableciéndose como causales de accidentalidad evidentes tres grupos, que coinciden con los elementos del SSVCR: ser humano-vehículo-entorno. Los resultados señalan como primera causal de accidentalidad al ser humano en el 59% de los casos; la segunda causal se atribuye al entorno (carretera) con 31%, en tercer orden el vehículo con 20%. Se incluye en estas cifras porcentaje de la interrelación entre los tres elementos.





El segundo análisis complementa el examen del modelo de reporte de accidentes con visitas e inspecciones a los lugares donde han ocurrido los accidentes, para verificar y determinar las condiciones del emplazamiento, es necesario aclarar que se visitaron los lugares reportados en el año 2022; además, se realizaron entrevistas a conductores y especialistas en materia vial. La selección de la muestra fue no probabilística, ya que su composición dependió de las causales relacionadas con el entorno y las características del estudio. En el caso de las entrevistas se consideraron sólo conductores implicados en accidentes en el año 2022. De los conductores entrevistados involucrados en accidentes, el 60% poseen experiencia de 23 años manejando como media del total y el 40% poseen una experiencia de 12 años al volante.

A partir de las entrevistas se determinó interacciones entre los elementos intervinientes en el SSVCR. Los conductores consideran como primera causal de accidentalidad el estado de la carretera con 60%; como segunda causal señalan al ser humano y al vehículo con el 55%. Para los especialistas en materia vial la primera causal es el ser humano en 56% de los casos, seguido del estado de la carretera, con el 54%, y el vehículo, con 52%. La valoración de los conductores se contradice con los resultados arrojados de los análisis del reporte de accidente y la entrevista a los especialistas al considerar el estado de la carretera como el causal de mayor incidencia en la accidentalidad. Al respecto, se observa una sobrevaloración en el estado de la carretera y se disminuye el del ser humano, considerado como indicador razonable de la importancia que se da a este elemento en el contexto sanfernandino por parte de los conductores. El criterio de los especialistas en materia vial coincide con los resultados del primer análisis en el orden de los elementos, no así en las cifras.

Tercer análisis. Durante los análisis se detectó problemas subrepticios, relacionados con la gestión vial, que representan nudos de incidencia en la accidentalidad, entre otros: permisividad de circulación a vehículos en condiciones irregulares, sobre pasar la





velocidad máxima de circulación sin variar las condiciones del trazado y dilación en la rehabilitación y mantenimiento vial entre otras circunstancias. Se concluye: la accidentalidad se debe a acciones y fallas humanas, cuya influencia es considerable, como al estado de la carretera y el vehículo. (Tabla 1). Además, los resultados se muestran en la Figura 1, donde el 70,8% es responsabilidad del ser humano, 36,6% estado de la carretera y 21,1% el vehículo. Se incluya en ellos la interrelación entre los elementos del SSVCR, estos valores reflejan la problemática geoespacial con relación a las causales de la accidentalidad.

Tabla 1. Causales de accidentes en la vialidad agrícola del municipio San Fernando del estado Apure

Año	Causales						
	Ser Humano	Estado de la Carretera	Vehículo	Ser Humano/ Estado de la Carretera	Ser Humano/ Vehículo	Estado de la Carretera/ Vehículo	Ser Humano/Estado de la Carretera/ Vehículo
2021	31	11	05	07	04	04	03
2022	22	08	02	04	02	01	02
Total %	53 (50,7)	19 (17,4)	07 (6,7)	11 (10,2)	06 (5,4)	05 (4,5)	05 (4,5)

Fuente: Alianza Global de ONG para la Seguridad Vial (2022)

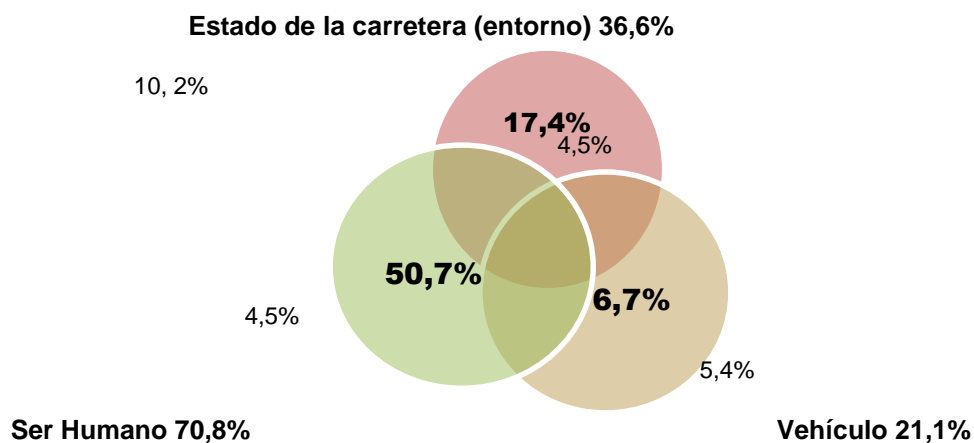


Figura 1. Incidencia de los componentes del SSVCR





Los resultados divergen en cuanto a las cifras de referencia sin dar importancia al orden que ocupan los elementos dentro del SSVCR. Al respecto, se observa que en el municipio San Fernando, es considerablemente “muy superior” la incidencia del entorno y los vehículos como causales de accidentalidad, igualmente sus interrelaciones, en tanto, las acciones para aumentar la seguridad vial agrícola deben de estar dirigidas además del ser humano hacia el estado de la carretera y los vehículos.

Causales de accidentalidad relacionadas con el entorno: analizadas los causales de accidentalidad y establecida la influencia del entorno, es necesario realizar un análisis de los elementos relativos a la carretera que actúan como intervinientes en los accidentes, para ello, se ha empleado el análisis en los dos periodos. En este sentido, se aprecia que los causales de accidentalidad relacionados con la carretera se apilan en las características de la vía, el tránsito, estado de los elementos y características del pavimento. Con relación a ello, se tiene:

(a) Diseño geométrico, que permite la evaluación de los causales relacionados con la sección transversal; distancia con los obstáculos laterales; distancia de visibilidad, pendiente longitudinal y velocidad de operación.

(b) Tránsito, que considera la diferenciación de velocidad producida entre los diferentes tipos de vehículos, composición de la corriente vehicular y niveles de servicio.

(c) Caracterización de los elementos superficiales del pavimento y su estado de vida útil, lo cual, permite evaluar el nivel de deterioro de la capa de rodaje, paseos, señalización (horizontal y vertical), las irregularidades de la superficie del pavimento, su textura y la disminución del coeficiente de fricción.

Diseño geométrico del fenómeno de la accidentalidad: mediante este se determinó que las causas de la accidentalidad corresponden al 20,4%; siendo las principales: falta de visibilidad, diferencia de velocidad entre la velocidad de operación (VPO) y de diseño de la vialidad (Vd), diferencia de velocidades de operación entre elementos sucesivos y,





obstáculos en la carretera (Tabla 2). En tanto, se evidencia la incidencia en la accidentalidad del diseño geométrico, razón por la cual, debe ser considerado en los posteriores análisis de seguridad.

Tabla 2. Cantidad de accidentes ocasionados por el diseño geométrico

Año	Visibilidad	Diseño Geométrico Diferencia de velocidad por trazado	Obstáculos
2021	03	06	0
2022	03	17	02
Total	06	23	02

Fuente: Alianza Global de ONG para la Seguridad Vial (2022)

Tránsito: Caracterizado por los flujos vehiculares mixtos y el parque vehicular heterogéneo que acentúa las diferencias de velocidad entre unos y otros vehículos contribuyendo notoriamente a la accidentalidad (tabla 3).

Tabla 3. Cantidad de accidentes ocasionados por el tránsito

Año	Visibilidad	Tránsito Diferencia de velocidad por trazado
2021	04	02
2022	06	00
Total	10	02

Fuente: Alianza Global de ONG para la Seguridad Vial (2022)

La caracterización del tránsito influye directa y notablemente en la calidad del servicio que se desprende de las vialidades agrícolas (carreteras y troncales), en tanto, constituye elemento dovelar para planificar, organizar, y crear condiciones pertinentes del territorio.

Caracterización de los elementos superficiales del pavimento y su estado de vida útil: analógicamente a los casos anteriores, este factor se determinó partiendo de los reportes de accidentes y el análisis en los dos periodos estudiados, explicándose que la accidentalidad está vinculada al estado de la carretera al 70,5%, siendo los de mayor incidencia. (Tabla 4)





Tabla 4. Caracterización de los elementos superficiales del pavimento y su estado de vida útil.

	Estado de los elementos		Características superficiales del pavimento		
	Paseos	Señales	Superficie de rodadura		Regularidad
			Fricción	Textura	IRI
2021	02	09	02	00	17
2022	34	03	03	07	03
Total %	36	12	05	07	20

Fuente: Alianza Global de ONG para la Seguridad Vial (2022)

El elemento estado de la carretera de mayor incidencia en la accidentalidad es el paseo, seguido de las características superficiales del pavimento, relacionadas con la comodidad (IRI, índice de regularidad internacional) y en tercer lugar, los vinculados con la seguridad, (fricción y textura), concluyendo con las señales horizontales y verticales. El análisis para determinar los causales de accidentalidad concernientes a: diseño geométrico, tránsito y, caracterización de los elementos superficiales del pavimento y su estado de vida útil, partiendo del examen de los modelos de reportes de accidentes, permitió una interpretación integral de la problemática contextualizada con margen de error menor, en cuanto a la relevancia de las variables de mayor incidencia en la accidentalidad relacionadas con el entorno. Estos datos, se utilizaron para la obtención de un modelo de comportamiento de la seguridad vial agrícola.

Modelos evaluativos de la seguridad vial: a partir de los causales de accidentalidad imbricados a la caracterización del entorno (diseño geométrico, caracterización de los elementos superficiales del pavimento y su estado de vida útil) así como el tránsito, se instauraron las variables intervinientes en el proceso, (consistencia del trazado, tránsito, paseo, señalización, textura, fricción e IRI). Para el procesamiento de las variables se empleó el asistente matemático SPSS 16.0.1, a partir de la causal de accidentalidad. La proporción de accidentes de tránsito por causa del estado de la carretera y el tránsito, es la variable dependiente; siendo las variables independientes (predictiva): cada tramo





analizado, frecuencia total de accidentes, concepciones sobre la consistencia del trazado, el tránsito, los paseos, la señalización, la textura, la fricción y el IRI. Posterior a la obtención del modelo, se construyó el valor probatorio de los supuestos de regresión, auto correlación y multicolinealidad con el fin de adoptar el modelo de mejor comportamiento. Los resultados se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Estadígrafos de modelos evaluativos de la seguridad vial

Variantes	R ²	Durbin/Watson	i _c	Significación
Regresión lineal	0,354	2,059	3,668	0,001
Regresión exponencial	0,352	1,627	2,609	0,013
Regresión multiplicativa exponencial	0,880	1,715	36,377	0,000

Fuente: Montes, con base en asistente matemático SPSS 16.0.1 (2022)

De los modelos propuestos, el modelo multiplicativo exponencial, muestra mayor ajuste, dado que cumple con los supuestos establecidos, esto es, porque usa la frecuencia de accidentes totales como indicador estimativo del tránsito en la vialidad.

$$Prop = 0.908 * FTA^{-0.841} * (1.037)^{CT} * (1.178)^F * (1.319)^{Tex} * (1.267)^{IRI} * (1.099)^S * (1.234)^{P*} (1.050)^T$$

Dónde:

Prop = (Frecuencia accidentes por causa de la carretera) / (Frecuencia Total Accidentes)

FTA = Frecuencia Total de Accidentes

CT = Concepciones de la consistencia del trazado

T = Tránsito

P = Paseos

S = Señales

Tex = Textura superficial

F = Fricción

IRI = Índice de Regularidad Internacional

La proposición terminal del modelo expone una interpretación interesante, en tanto, no se debería pensar que en el presente estudio se consideran absolutamente la





totalidad de los factores subyacentes en la caracterización del entorno que puedan propiciar accidentes. Teniendo en cuenta que *Prop*, puede considerarse una estimación de la seguridad vial, se podría señalar indicador de seguridad vial, así: $MSV=1/Prop$.

Limitaciones del modelo del modelo evaluativo desarrollado para la seguridad vial: primero, el sistema es válido solamente para carreteras rurales de dos carriles y, segundo sólo incluye aspectos de mayor significancia en la accidentalidad. Como resultado de aplicar la expresión se obtiene un valor indicativo de la seguridad vial por parámetros regulados así: en la medida que el resultado se acerca a cero mayor seguridad vial con relación a los elementos relativos al estado de la carretera, mientras que, en la medida en que el resultado se aleje de cero será menor. La seguridad vial se calcula mediante una escala percentil, luego de evaluar la expresión para diferentes condiciones y aplicar los percentiles relacionados con los casos presentados.

Calificación	Evaluación
$MSV < 0,00011$	= Muy Buena
$0,00011 < MSV < 0,00319$	= Buena
$0,00319 < MSV < 0,14741$	= Regular
$0,14741 < MSV < 5,21473$	= Mala
$MSV > 5,21473$	= Muy Mala

El desarrollo del modelo evaluativo de la seguridad vial, con base en los causales de accidentalidad en el municipio San Fernando del estado Apure, constituye el punto de partida para determinar la eficacia de medidas y acciones para mitigar la accidentalidad.

Aplicación del modelo a casos de estudio

El tramo analizado es una vía de interés nacional de dos carriles (carretera San Fernando – Arichuna), localizado al sureste de la ciudad de San Fernando en el Estado Apure, República Bolivariana de Venezuela, es el acceso a la capital municipal desde la





parroquia Arichuna, y sostiene tenues movimientos pendulares entre los asentamientos poblacionales con tráfico de diferentes tipos de vehículos, siendo de importancia social y económica. El tramo propuesto a valorar se observa en la figura 2.

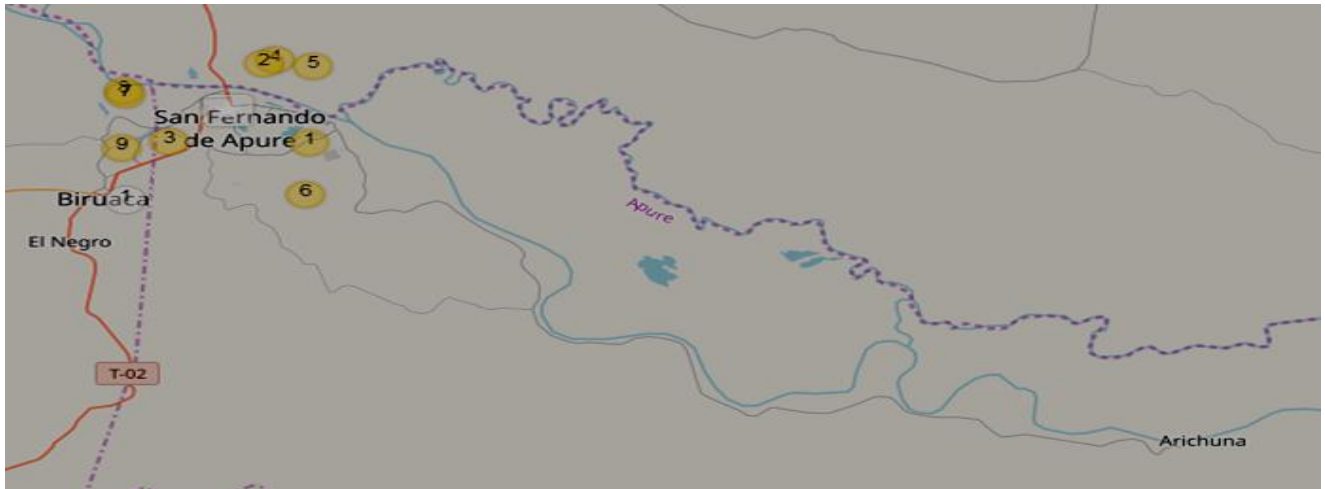


Figura 2. Tramo San Fernando de Apure– Arichuna

El período de análisis para la evaluación de la seguridad vial es de enero 2021 a septiembre 2022. La información recopilada, tiene como primera simiente el disponer del expediente de la carretera, que describe la caracterización superficial del pavimento, aforos vehiculares y acciones de construcción, rehabilitación y mantenimiento realizadas en el periodo seleccionado.

Características generales del tramo objeto de estudio: se trata de una carretera en terreno llano, ancho de carril y paseos mínimos, con un trazado parcial en planta y perfil, y moderados volúmenes vehiculares caracterizados por la elevada presencia de bicicletas, motos, vehículos de carga anchi-largos, maquinarias para la construcción y agrícolas, en menor grado vehículos de tracción animal.

Información sobre la geometría del trazado: el tramo entre estudiado cuenta con seis curvas horizontales, con radio de curvatura entre 154,00 m y 194,00 m, con un desarrollo





que representa el 7,9% de la longitud total del tramo. Su trazado en perfil muestra pendientes entre -1,30% y +3,80%.

Características del tránsito: se efectuó la actualización de los datos de tránsito durante el mes de abril 2021 y abril 2022 del periodo de 21 meses en que se desarrolló el estudio, con aforos de corta duración (de 6:00 am a 6:00 pm) y utilizó coeficientes de expansión determinándose el PAVDT que considera a todos los vehículos que transitan + o - 311 vehículos/día, cuya composición se muestra en la Tabla 6. El factor hora pico es de 0,91.

Tabla 6. Composición vehicular tramo San Fernando y Arichuna

Tipos de vehículos		Cantidad	Porcentajes (%)
Automóviles sedan y/o camionetas	Ligeros	45	34,09
Tractores		4	3,03
Autobuses y/o busetas	Pesados	25	18,93
Camiones y/o Gandolas no articulados	Extra pesados	16	12,12
Camiones y/o Gandolas articulados		06	4,54
Maquinarias pesadas		01	0,75
Motos	Muy ligeros	21	15,90
Bicicletas		13	9,84
Tracción animal		01	0,75
Total		132	99,95

Fuente: Montes (2022)

Consistencia del trazado: con base en los modelos de predicción de velocidad de operación (VOP) para la República Bolivariana de Venezuela, la evaluación se calculó la consistencia del trazado para cada condición de alineación con la ayuda de una hoja Excel (Tablas 7 y 8).





Tabla 7. Evaluación de la consistencia del trazado tramo sentido San Fernando – Arichuna

Carretera San Fernando-Arichuna, sentido e dirección de tránsito											
Tramo	Alineación en planta		Alineación en perfil				Condición	VOP A B/R Km/h	VOP Va Km/h	AVOP Km/h	Longitud m
	Tipo	Radio (m)	Pendiente %	Estación		Lv					
				Inicial	Final						
1	recta	0	1,70	0+0,00	45+0,00		9	77,21	17,21	0,00	450,00
2			-0,90	45+0,00	89+0,00	80	8	87,04	27,04	9,83	440,00
3			1,80	89+0,00	111+5,00	80	7	79,90	19,90	7,14	225,00
4			2,90	111+5,00	150+0,00	120	8	84,90	24,90	9,00	385,00
5	curva	694	2,90	150+0,00	167+6,31	0	3	75,14	15,14	9,76	176,31
6	recta	0	2,90	167+6,31	181+0,00		9	77,21	17,21	2,07	255,69
7			2,10	181+0,00	228+5,00	40	7	82,40	22,40	2,25	375,00
8			-1,20	228+5,00	272+5,00	80	8	84,84	24,84	2,25	440,00
9			1,00	272+5,00	312+0,00	40	7	76,06	16,06	8,88	395,00
10			-0,85	312+0,00	329+0,00	40	8	82,73	22,73	6,88	170,00
11			-0,48	329+0,00	341+0,00	40	8	93,91	33,91	11,18	120,00
12			0,80	341+0,00	368+0,00	40	7	80,56	20,56	13,32	270,00
13			-0,48	368+0,00	371+7,18	40	8	87,36	27,36	6,77	37,18
14	curva	489	-0,48	371+7,18	382+0,00	0	5	78,36	16,36	11,00	102,82
15		489	-0,80	382+0,00	384+5,26	0	5	76,36	16,36	0,00	25,26
16	recta	0	-0,80	384+5,26	422+0,00		9	77,43	17,43	1,07	374,74
17	recta	0	1,20	422+0,00	430+0,00	40	7	73,97	16,97	0,46	80,00
18	curva	606,54	1,20	430+0,00	440+5,86	0	3	74,85	14,85	2,12	105,86
19	recta	0	1,20	440+5,86	498+0,00		9	77,21	17,21	2,36	574,14
20			-1,20	498+0,00	518+0,00	40	8	79,06	19,06	1,84	200,00
21			-1,20	518+0,00	545+0,00	40	7	81,49	21,49	2,44	270,00
22			-2,00	545+0,00	570+0,00	40	8	91,06	31,06	9,54	250,00
23	curva	406,54	3,80	570+0,00	608+7,74	120	7	77,33	17,33	13,71	387,74
24			3,80	608+7,74	613+0,00	0	6	76,55	16,55	0,78	42,26
25		406,54	-1,20	613+0,00	622+6,49	0	6	78,55	18,55	0,00	92,49
26	recta	0	-1,20	622+6,49	627+0,00		9	77,43	17,43	0,88	47,51
27	recta	0	1,20	627+0,00	632+7,16	40	7	78,23	18,23	0,80	57,16
28	curva	545,66	1,20	632+7,16	646+0,00	0	2	75,22	15,22	3,02	132,84
29	recta	0	1,20	646+0,00	673+5,00		9	77,21	17,21	1,99	275,00
30			-1,30	673+5,00	720+0,00	80	8	87,52	27,52	10,31	465,00
31	curva	254,58	-1,30	720+0,00	732+0,00	0	2	72,86	12,86	14,83	120,00
32	recta	0	-1,30	732+0,00	736+0,00		9	77,43	17,43	4,74	40,00
33			0,80	736+0,00	769+5,00	40	7	78,52	18,52	0,91	335,00
34			-0,40	769+5,00	789+0,00	40	8	87,84	27,84	11,32	195,00
35			1,30	789+0,00	803+5,00	40	7	78,33	18,33	9,51	145,00
36	recta	0	-1,80	803+5,00	832+5,00	80	8	84,96	24,96	6,64	290,00
37			0	832+5,00	1110+0,00	0	9	77,21	17,21	7,75	1175,00





Carretera San Fernando-Arichuna, sentido o dirección de tránsito <->											
Tramo	Alineación en planta		Alineación en perfil				Condición	VOP A B/R Km/h	VOP Vd Km/h	ΔVOP Km/h	Longitud m
	Tipo	Radio (m)	Pendiente %	Estación		Kv					
				Inicial	Final						
37	Poblado	0	0,00	0+0,00	177+5,00	0,000	9	77,21	17,21	6,00	1175,00
36	recta	0	1,80	177+0,00	206+5,00		9	77,21	17,21	6,00	280,00
35			-1,30	206+5,00	221+0,00	0,039	8	84,96	24,96	7,75	145,00
34			0,40	221+0,00	240+5,00	0,043	7	78,33	18,33	6,54	186,00
33			-0,80	240+0,00	274+0,00	0,030	8	87,84	27,84	8,51	336,00
32			1,30	274+0,00	278+0,00	0,053	7	78,52	18,52	11,32	40,00
31	curva	254,58	1,30	278+0,00	290+0,00	0,000	3	71,57	17,21	4,94	120,00
30	recta	0	1,30	290+0,00	336+5,00		8	77,21	17,21	5,54	485,00
29			-1,20	336+0,00	364+0,00	0,031	8	87,52	27,52	16,31	275,00
28	curva	545,66	-1,20	364+0,00	377+2,84	0,000	3	74,58	14,58	12,94	132,84
27	recta	0	1,20	377+2,84	383+0,00		9	77,43	17,43	2,85	57,16
26	curva	406,54	1,10	383+0,00	387+7,51	0,043	7	78,23	18,23	6,80	47,61
25			-3,80	387+0,00	401+2,26	0,000	6	78,55	18,55	1,88	92,49
24	recta	0	3,80	401+2,26	440+0,00		9	77,43	17,43	6,88	387,74
23			2,00	440+0,00	465+0,00	0,048	7	77,43	17,33	6,10	250,00
22			-1,20	465+0,00	492+0,00	0,020	8	91,03	31,03	13,71	270,00
21			1,10	492+0,00	512+0,00	0,025	7	81,49	21,49	9,54	200,00
20			-1,20	512+0,00	569+4,14	0,058	8	79,05	19,05	2,44	974,14
19	curva	606,54	-1,20	569+4,14	580+0,00	0,000	2	75,44	15,44	3,61	105,86
18	recta	0	-1,20	580+0,00	588+0,00		9	77,43	17,43	1,99	60,00
17			0,80	588+0,00	625+4,74	0,050	7	76,97	16,97	6,46	374,74
16	curva	489	0,80	625+4,74	628+0,00	0,000	5	76,36	16,36	6,61	25,26
15			0,46	628+0,00	638+2,82	0,000	5	76,36	16,36	6,60	102,82
14	recta	0	0,46	638+2,82	642+0,00		9	77,21	17,21	6,85	37,18
13			0,80	642+0,00	669+0,00	0,032	8	87,36	27,36	16,15	270,00
12			0,40	669+0,00	681+0,00	0,030	7	80,50	20,50	6,77	120,00
11			0,85	681+0,00	698+0,00	0,011	8	93,91	33,91	13,32	170,00
10			-1,00	698+0,00	737+5,00	0,046	8	82,73	22,73	11,18	385,00
9	recta	0	1,20	737+5,00	781+5,00	0,058	7	78,06	18,06	6,66	440,00
8			-2,10	781+5,00	819+0,00	0,040	8	84,64	24,64	8,58	375,00
7			-2,80	819+0,00	842+3,69	0,020	7	82,40	22,40	7,47	225,00
6			-2,80	842+3,69	860+0,00	0,000	2	75,69	15,69	6,70	176,31
5			curva	694	-2,90	860+0,00	898+5,00		9	77,43	17,43
4	recta	0	-1,80	898+5,00	921+0,00	0,039	8	84,90	24,90	7,47	225,00
3			0,80	921+0,00	965+0,00	0,034	7	79,90	19,90	5,90	440,00
2			-1,70	965+0,00	1010+0,00	0,033	8	87,04	27,04	7,14	450,00

Fuente: Montes (2022)

Nota: El color verde muestra consistencias del trazado evaluadas como buenas, en amarillo las evaluadas como regular y en rojo las evaluadas como malas.

De significancia resulta la existencia en ambos sentidos de 27 puntos inconsistentes, cuyas condiciones no coinciden con las que aspiran a encontrar los conductores en





relación con las que ofrece la vialidad. Al respecto, se observa siete puntos inconsistentes que exceden la diferencia de velocidad establecida simultáneamente para silenciar entre velocidad de operación (VOP) y diseño (Vd), y entre VOP para elementos consecutivos. Otros 20 puntos resultan inconsistentes por no cumplir con los requisitos, en tanto, se les debe prestar atención. La evaluación de consistencia del trazado en general, deviene de promediar los resultados de la diferencia entre la VOP, Vd y, la diferencia de VOP entre elementos consecutivos. Al respecto, el valor para ambos sentidos es 5,57 puntos (Tabla 9).

Tabla 9. Evaluación San Fernando – Arichuna

Concepto	Resultado (Km/h)	Evaluación	Calificación
Dirección de tránsito >>>			
VOP-Vd	11,42	Regular	5,76
ΔV 5,16 OP	10,74	Regular	
Dirección de tránsito <<<			
VOP-Vd	12,03	Regular	5,99
ΔV 5,16 OP	6,63	Buena	
Ambos sentidos			
VOP-Vd	11,73	Regular	5,57
ΔV 5,16 OP	8,70	Buena	

Fuente: Montes (2022)

Evaluación del tránsito: Se empleó el programa informático HCS 2000 permitiéndose determinar el nivel operativo de servicio en el tramo, en virtud de valorar la calidad del servicio prestado por la vialidad, asignándosele el literal “C”. A pesar de conocerse la frecuencia de accidentes (10), no es posible relacionar el nivel del SSVCR con la accidentalidad en general del tramo. Al realizar la evaluación del tránsito, se valoró: nivel de servicio y presencia de motos, bicicletas, vehículos agrícolas, de tracción animal, otros; estableciéndose un porcentaje calificativo de 2,10 puntos.

Evaluación de los paseos: Aplicado el procedimiento de inspección visual y analizada la normativa vigente sobre la vialidad agrícola venezolana, los paseos obtienen una calificación de 8,91.





Evaluación de las señales: En el tramo estudiado no existen señales horizontales y las verticales se califican con 2,39, cuyo resultado general es 1,19, una vez cumplido el procedimiento establecido en la normativa vigente sobre la vialidad agrícola en Venezuela y, conocido como índice de estado.

Evaluación del IRI: Se determinó como parámetro de explotación el análisis de 25 secciones con el Merlín, con resultado de 4,04 mm/m; dispersión de 0,5316 mm/m, para un valor característico de 4,91 mm/m y una calificación general de 3,9.

Evaluación de la textura: realizada con el marco de textura portátil en toda la longitud del tramo, se realizaron 100 ensayos en un total, obteniéndose un valor medio de 0,04 cm; dispersión de 0,0031 cm para un valor caracterizante de 0,03 cm con calificación de 1,8.

Evaluación de la fricción. Se empleó péndulo de fricción, realizando la observación en los mismos lugares de la textura, denotándose coincidencia en la cantidad de ensayos, para un valor medio de 0,25; dispersión de 0,0251, para un valor característico de 0,20 y, calificación de 1,3 considerada deficiente (mala)

Evaluación integral de la seguridad vial: Analizados los datos, los resultados de cada variable sometidas a indagación evidencian que la de mayor incidencia en la accidentalidad, arroja la cifra de 0,11649, con calificación regular.

Medidas o regulaciones sobre el tránsito: mediante análisis exhaustivo, se comprobó que no existe posibilidad de proponer medidas regulatorias del tránsito que optimicen lo referido al volumen y/o composición específico vehicular del tramo.

Acciones de conservación: específicamente se propone mejorar los paseos y la señalización, con ampliación de aquellos y complementación de estas mediante la colocación de nuevas señales. En cuanto a las características superficiales del pavimento la acción se opera con base en el IRI, textura y fricción, mediante repavimentación en todo el tramo, para incrementar al máximo la calificación en cada una de las evaluaciones (Tabla 10)





Tabla 10. Resumen de las evaluaciones realizadas en el tramo San Fernando – Arichuna

Elemento evaluado		Calificación	Evaluación
Trazado	Consistencia del trazado	5,25	Regular
Transito	Transito	2,10	Malo
Estado de los elementos	Paseos	5,25	Regular
	Señalización	5,30	Regular
Elementos superficiales del pavimento y su estado de vida útil.	IRI	5,25	Regular
	Textura	5,30	Regular
	Fricción	5,20	Regular

Fuente: Montes (2022)

Evaluación de la seguridad: el empleo del modelo desarrollado resultó de 0,00031, siendo calificado como regular, destaca el efecto negativo en la seguridad del estado de los elementos y características superficiales del pavimento.

Análisis de alternativas y actitud de los decisores: se ha propuesto primero, evaluar el tramo con problemas de seguridad; segundo se supone que las acciones de conservación, mejoran el estado de: elementos del entorno, superficiales del pavimento y su estado de vida útil, que siendo efectivos, elevan la seguridad vial al contrastarse con la evaluación anterior a las acciones. Cabe destacar que la valoración realizada sirvió para fundamentar, ante los decisores técnicamente las acciones a desarrollar.

Conclusiones

Lo novedoso de este tipo de trabajos, es la realización de análisis desarrollados en tres fases, partiendo de modelos de reportes de accidentes, visitas al terreno y entrevistas, para integrar transdisciplinariamente estudios determinantes de la influencia de cada variable en la accidentalidad, contribuyéndose cualitativamente con el SSVCR. Además se determina el grado de influencia de cada variable interviniente en la





accidentalidad relacionadas con el entorno, “*a posteriori*” de los tres análisis aludidos, se conoce los causales de accidentalidad.

El estudio permitió establecer, la influencia que tiene en la accidentalidad cada componente del SSVCR y la interrelación entre ellos sin diferenciar el orden de los consultados aunque sí sus proporcionalidades. Al respecto, se desarrolló el modelo de comportamiento del SSVCR partiendo de los causales de accidentalidad, mediante este modelo que responde a la caracterización de: entorno, tránsito, estado de elementos y, elementos superficiales del pavimento y su estado de vida útil.

Los resultados de la evaluación de la seguridad vial, aplicando el modelo de comportamiento del SSVCR en la carretera San Fernando – Arichuna, concuerdan con la realidad de la accidentalidad, por lo que la evaluación deviene conveniente para valorar el estado de la seguridad vial, además de ordenar los elementos influyentes y determinantes en la gestión del SSVCR.

Referencias bibliográficas

- Alba, M. (2008). *Metodología para el tratamiento de los emplazamientos con alta concentración de accidentes en vías urbanas*. Tesis de doctorado. Facultad de Ingeniería Civil. ISPJAE. Ciudad Habana, Cuba.
- Alianza Global de ONG para la Seguridad Vial (2019). *VI Informe Seguridad Vial en Venezuela – 2018 Observando desde la sociedad civil*. [En línea] <https://bitly.ws/XdgQ> Consulta [07 de febrero 2022]
- Mandle, L.; Griffin, R.; Goldstein, J.; Acevedo-Daunas, R.; Camhi, A.; Lemay, M.; Rauer, E.; Peterson, V.; (Monografía del BID; 476) (2016). *Carreteras y capital natural: Gestión de las dependencias y de los efectos sobre los servicios ecosistémicos para inversiones sostenibles en infraestructura vial*. [En línea] <https://bitly.ws/XdnJ> Consulta [11 de abril 2022]
- Barrera, R.; Amador, M.; Acevedo, V.; Ryan, H. y Felix, G. (2014). *Sustained, Area-Wide Control of Aedes aegypti Using CDC Autocidal Gravid Ovitrap (Control sostenido y en toda el área de Aedes aegypti mediante trampas de ovitrampas grávidas autocidas de los CDC)* [En línea] <https://bitly.ws/Xdp8> Consulta [11 de abril 2022]





Bota, H. (2019). *El ABC de la Seguridad Vial*. Editorial Galeón. Montevideo.

Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN): *Motocicletas, motonetas y ciclomotores. COVENIN 1775-1981, Unidades de transporte escolar. Clasificación y tipología: COVENIN 911-1987, Unidades de transporte para pasajeros. Clasificación y tipología: COVENIN 3355-1997, Autobús extraurbano. Tipología: COVENIN 3355-1997, Minibús periférico. Tipología: COVENIN 3569-2000.*

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (Gaceta Oficial N° 36.860 del 30/12/1999) (Gaceta Oficial N° 5.453 del 24/03/2000) y *Enmienda* (Gaceta Oficial N° 5.908 del 19/02/2009).

Convención sobre la Circulación por Carretera celebrada en Ginebra en el año 1941, a la cual se adhirió Venezuela el 19 de septiembre de 1949, y ratificada mediante ley aprobatoria por el Congreso Nacional de la República de Venezuela en el año 1962. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 792. Extraordinario del 15 de Junio de 1962.

Herráez, F. y Moreno, A. (2019). *Ingeniería de Vías Agroforestales*. Editorial Mundiprensa. Madrid.

Ley de Transporte Terrestre (2008). Gaceta Oficial N° 38.985 del 01/08/2008.

Ley Plan de la Patria Segundo Plan Socialista de Desarrollo Económico y Social de la Nación, 2013-2019. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 6.118 Extraordinario, 4 de diciembre de 2013.

Ley Plan de la Patria Tercer Plan Socialista de Desarrollo Económico y Social de la Nación, 2019-2025. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 6.446 Extraordinario, 8 de abril de 2019

Organización Mundial de la Salud (2018). *Global status report on road safety 2018*. [En línea] <https://bitly.ws/Xdqj> Consulta [07 de febrero 2022]

Federación Iberoamericana de Asociaciones de Víctimas Contra la Violencia Vial - FICVI (2018). *Informe sobre la Década de Acción para la Seguridad Vial Avances y retos desde la visión de las asociaciones de víctimas viales en Iberoamérica*. [En línea] <https://bitly.ws/Xds> Consulta [07 de febrero 2022]

Reglamento de la Ley de Tránsito Terrestre. (1998) de fecha 26 de junio, publicada en I Gaceta Oficial Extraordinaria N° 5.420, del 26/06/1998)





Reglamento Parcial de la Ley de Transporte Terrestre sobre el Uso y Circulación de Motociclistas en la Red Vial Nacional y el Transporte Público de Per- 106 II Informe sobre la situación de Seguridad Vial en Venezuela personas en la Modalidad Individual de Mototaxis, Gaceta Oficial N° 39.772, 05 de octubre de 2012, Decreto N° 8405.

Rumar, K. (1999). *Components of traffic safety. United Nations/Nations Units: workshop on traffic safety*, Sept 28-Oct 4, 1987, Linköping, Sweden.

Semblanza del perfil académico del Autor

Pedro José Montes Cedeño

C.I. N° 8.168.061

Profesor Agregado a Dedicación exclusiva Vicerrectorado Planificación Desarrollo Regional UNELLEZ, Estado Apure, Venezuela. Doctorando en Ambiente y Desarrollo (UNELLEZ). Magister Scientiarum en Gerencia General (UNELLEZ), Ingeniero Agrónomo (UNELLEZ); Abogado Universidad Bicentenario de Aragua. Correo: pmontes804@gmail.com



REVISTA TRANSDISCIPLINARIA DEL SABER

(ISSN-L): 2959-4308

Volumen N° 7 Diciembre año 2023

transdisciplinariadelsaber@gmail.com

