

ESTUDIO INTEGRAL DE LA SEGURIDAD VIAL EN CARRETERAS RURALES DE DOS CARRILES

**Ing. René A. García Depestre
Dr. Domingo E. Delgado Martínez**

Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Construcciones,
Universidad Central de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara, CUBA
e-mail: renegd@uclv.edu.cu, domingo@uclv.edu.cu

Prof. Dr. Ing. Eduardo E. Díaz García
Departamento de Ingeniería Vial, CUJAE, Ciudad de la Habana, CUBA
e-mail: equas@civil.cujae.edu.cu

RESUMEN

La carretera es uno de los componentes del sistema de la explotación del transporte y debe dar respuesta a la demanda de los usuarios con confort, economía y seguridad.

La seguridad de una carretera depende de una gran cantidad de factores, entre los que se destacan, las características geométricas, el tránsito, la señalización, y el estado del pavimento y la carretera en general. Los accidentes en la región Central de Cuba y en muchos otros lugares, son asociados al conductor, al peatón y al mal estado técnico del vehículo y en la mayoría de los casos, no se valora la influencia de los factores relacionados con la carretera a pesar de que está demostrado que las medidas técnicas relacionadas con mejoras a la vía y regulaciones al tránsito, pueden disminuir la accidentalidad.

En el trabajo se pondera la influencia de los factores que afectan la seguridad vial en las carreteras y se obtiene un índice general, a partir del estudio detallado de los diferentes elementos que afectan los factores señalados con anterioridad.

A partir de este estudio se establece la relación del índice general de seguridad con los puntos peligrosos en diferentes tramos y se propone, un conjunto de medidas que tienen como base el análisis del beneficio-costos. Se logra demostrar que se pueden desarrollar métodos económicos para evaluar el problema de la seguridad, válidos y flexibles además de fácil de aplicar.

PALABRAS CLAVES: Seguridad vial, metodología, accidentalidad

1. INTRODUCCIÓN

Prácticamente desde 1910, el vehículo de motor ha experimentado cambios extraordinarios. En este período se ha incrementado la potencia, la velocidad y la comodidad. El desarrollo de la red vial y el incremento de la motorización, ha contribuido al incremento del número de accidentes y por tanto, se hace mayor el interés por conocer las razones de esa inseguridad vial.

En la actualidad en términos de indicadores, se trata de reducir la morbilidad y mortalidad producidas por accidentes ocurridos en las vías. Las pérdidas de vidas, así como las lesiones físicas y psicológicas, daños materiales y otros, generan elevados costos para cualquier nación, los cuales alientan a crear políticas de control, tratamiento y educación encaminadas a reducir estas pérdidas.

Ya en el 2000, más de 1,2 millones de personas murieron como consecuencia de accidentes de tráfico, lo que hace de ésta la novena causa más importante de muertes en el mundo. Se prevé que en el año 2020 esta cifra prácticamente se haya duplicado.

En Cuba se ha trabajado en la problemática presentada en las vías rurales y se han obtenidos valiosos resultados al determinar coeficientes de fricción bajo distintas condiciones, textura superficial de los pavimentos, índices de regularidad superficial (Díaz E, 1992), evaluación de la seguridad a partir de índices de accidentalidad (Comisión Nacional de Vialidad y Tránsito, MITRANS, MININT) y otros más, pero de forma aislada, por lo que se hace necesario vincular otros elementos que tradicionalmente se han evaluado con diferentes fines con la problemática de seguridad vial e incorporar otros, como pueden ser la evaluación de la estructura del pavimento, el estado de señalización existente, composición de la corriente vehicular; agrupándolos para lograr una evaluación integral del problema y que justifique la estrategia de intervención.

La investigación se fundamenta en la necesidad de evaluar la seguridad vial, en las vías de interés nacional declaradas como rurales, a partir de los grupos de parámetros que mayor influencia tienen en la misma, como son: el diseño geométrico, el tránsito, la señalización y el estado de los distintos elementos que forman parte de la vía.

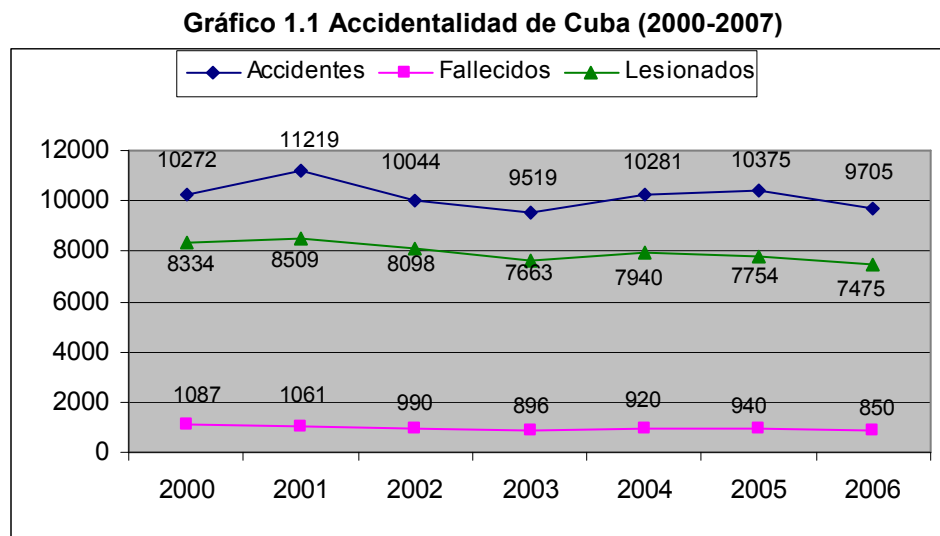
Como objetivo principal se tiene; proponer y aplicar una metodología integral para la evaluación de la seguridad vial en las vías rurales de interés nacional, para lo que es necesario dar respuestas a los siguientes objetivos específicos:

- Analizar el estado actual del conocimiento de la temática de investigación que permita conocer los métodos de evaluación de la seguridad vial e índices de accidentalidad más empleados.
- Caracterizar y evaluar a partir de índices de accidentalidad la situación de seguridad vial existente en la provincia.
- Procesar la información vial sobre los parámetros geométricos, del tránsito, estado de conservación, iluminación, estructura del pavimento, drenaje, etc. que intervienen en la seguridad vial; ponderando su influencia en la seguridad y definiendo la forma de evaluación.
- Evaluar los métodos existentes de predicción de accidentes y desarrollar un método propio de predicción de accidentes basado en modelos estadísticos.
- Elaborar una propuesta de metodología general integral para la evaluación de la seguridad vial en las vías rurales de interés nacional.
- Aplicar la propuesta de metodología a un caso concreto
- Elaborar una propuesta de intervención y valorar económicamente la solución para confirmar la validez, valor práctico y la veracidad de las formulaciones realizadas.

2. CAPÍTULO 1 ESTUDIO DEL ESTADO DEL ARTE.

2.1- Consideraciones generales sobre la seguridad vial

- En 20 países de América Latina, incluida Cuba, los accidentes del tránsito se encuentran entre las primeras causas de muerte. En los últimos años han ocurrido en Cuba un promedio anual de 10 202 accidentes del tránsito con un saldo de 963 fallecidos y 7 968 lesionados, según se muestra en el gráfico 1.1.



Fuente: Estadísticas de la Comisión Nacional de Vialidad y Tránsito

Los que representan por grupos de riesgos:

- La cuarta causa de muerte entre todos los grupos de edades.
- La primera entre los 1 y 34 años de edad.
- La tercera causa de años potencialmente perdidos (más de 8 años).

En la seguridad vial intervienen cuatro elementos que se relacionan entre sí: el hombre, el vehículo, la vía y el medio, ya que en dependencia de la forma en que ellos actúan y como se acciona sobre ellos, así será la seguridad de la vía o de la red vial (Sedenko V. M. 1976). Estos elementos no se pueden ver de forma individual, sino como se interrelacionan e influyen en la seguridad de la vía. Por lo que es necesario conocer

cómo influye cada uno de estos elementos por separado y también cómo se relacionan entre sí.

Los accidentes de tránsito son sucesos imprevistos ocurridos por la interacción inadecuada de estos factores, por lo que deben ser bien controlados para influir en la seguridad vial de manera positiva.

Uno de los conceptos más difundidos sobre seguridad vial es el formulado por Guido Radelat, 2003; según los cuales, la seguridad vial no es más que la reducción del riesgo de accidentes y lesiones en las carreteras, lograda a través de enfoques multidisciplinarios que abarcan ingeniería vial y gestión del tráfico, educación y formación de los usuarios de las carreteras y diseño de los vehículos.

Según el criterio de varios autores tales como: Radelat G, 2003; Díaz E, 1992; y Gil C. Y Serrano L, 2000, se desprende que el término seguridad vial abarca los aspectos siguientes:

1. Aplicar normativas para la alineación vertical y horizontal y la coordinación planta perfil apropiada al terreno, atendiendo a las expectativas de los automóviles. Norma Cubana 53-02 1986 Carreteras rurales. Categorización técnica y características geométricas del trazado directo (NC 53-02 en el caso de Cuba).
2. Una sección transversal adecuada en sus anchos de carril y paseo teniendo en cuenta los movimientos de giro del tránsito en las intersecciones. Hay que analizar las necesidades de todos los grupos de vehículos que utilizan la vía.
3. Mantener el control de los accesos y proporcionar los necesarios según la función que presta la carretera en la red rural.
4. Mantener la visibilidad y claridad en las entradas y salida de las intersecciones, separando los movimientos del tránsito en caso de considerar altas las diferencias de velocidades.

5. Mantener en buen estado los elementos de control del tránsito para propiciar la orientación correcta de los diferentes grupos de usuarios, con una buena señalización para los conductores con claras advertencias de los puntos de peligro.
6. Disponer de avisos que señalen con antelación los posibles cambios de ancho de sección transversal u otro cambio repentino en las alineaciones para que no sorprendan a los conductores.
7. Aplicar recomendaciones y normas que aseguren las adecuadas condiciones de la superficie del pavimento, sobre todo en los lugares que se prevean frenazos repentinos o pendientes con desnivel.
8. Mantener un apropiado nivel de iluminación, máxime en cruces de tránsito o de peatones u otro usuario de la vía.
9. Proporcionar zonas de resguardo para los motociclistas y peatones en lugares de conflicto, sobre todo en los puntos cercanos de toma de decisiones o de movimiento de giro.
10. Disponer de la administración vial medios que tienen en cuenta la necesidades de todos los usuarios, así como del trabajo de comisiones que contribuyan a este proceso.

En el caso de Cuba, se debe de valorar adicionalmente el efecto del tránsito en la accidentalidad, en particular la influencia de la composición vehicular y sus características en los niveles de servicio de las vías.

La Ley número 60 del Código de Vialidad y Tránsito de la Republica de Cuba establece que: un accidente del tránsito no es más que un hecho que ocurre en la vía, donde intervienen por lo menos un vehículo en movimiento y que como resultado produce la muerte, lesiones de personas o daños materiales.

Para medir la accidentalidad, si el enfoque es como un problema de salud pública, el

grado de exposición puede expresarse en relación al número de habitantes de la zona de estudio (en accidentes por millón de habitantes o por 100 000 habitantes). Si se trata de determinar la seguridad de un sistema de transporte, el resultado de exposición debe definirse como una medida relativa al tránsito, pero la utilización de indicadores globales solo puede ser utilizada para caracterizar o comparar territorialmente el fenómeno, no para dar soluciones a la vialidad.

Para la localización de los accidentes del tránsito en una vía existen diferentes métodos, en Cuba, a partir del año 2006, se comienza la aplicación de la identificación de accidente por medio de los llamados Tramos de Concentración de Accidentes (TCA). Los TCA son aquellos en que su tasa media de accidentes es dos veces superior a la tasa media provincial en los tramos con características similares de la red.

A modo de resumen se puede señalar que:

- ❖ La accidentalidad es un problema existente en todas partes del mundo y Cuba no está exenta del mismo; y sus resultados ocasionan cuantiosas pérdidas materiales y humanas. La cuantificación de los mismos está dada por el cálculo de índices establecidos internacionalmente (accidentalidad, mortalidad y morbilidad) y la determinación de los costos de cada accidente.
- ❖ En la seguridad vial influyen varios aspectos interrelacionados unos con otros, de ellos los relacionados con la vía son: el diseño geométrico, las características del tránsito, la señalización y el estado de los elementos de la vía que influyen en la seguridad vial.
- ❖ Existen métodos para evaluar distintos aspectos relacionados con la seguridad vial, pero no una metodología integral para la evaluación de este fenómeno en las vías rurales, por lo que es factible la elaboración de la misma para integrar

todos los elementos que intervienen en la seguridad y así lograr la disminución de los accidentes del tránsito.

3. CAPÍTULO 2 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Propuesta de metodología

A partir de la revisión bibliográfica, la experiencia existente en Cuba y las comprobaciones numéricas realizadas, se propone una metodología integral para la evaluación de la seguridad vial en vías rurales de dos carriles de interés nacional, que toma además en consideración métodos utilizados en otras regiones, adecuados al entorno y condiciones del país.

Propuesta de metodología integral para la evaluación de la seguridad vial en vías rurales de dos carriles de interés nacional

1. Caracterización de la accidentalidad por tramos de vías

- Determinación de las características de cada tramo de vía de interés nacional (longitud, tipo de vehículo, PAVDT, etc.)
- Determinación de los I_A , I_M en cada tramo para cada uno de los años
- Selección de los TCA
- Determinación de los costos

2. Análisis de las características geométricas de los tramos

- La planta
- El perfil
- Sección transversal
- Coordinación planta–perfil
- Modelos de predicción de accidentes

3. Evaluación del nivel de servicio y composición de la corriente vehicular

4. Análisis de la señalización e iluminación

- Señalización vertical
 - Señalización horizontal
 - Iluminación
5. Evaluación del estado de la vía
 - Calzada
 - Paseo
 - Drenaje
 - Textura
 - Fricción
 - Regularidad superficial
 - Deflexión
 6. Diagnóstico de seguridad vial
 7. Propuestas de medidas o actuaciones
 8. Análisis económico de los resultados
 9. Análisis integral del comportamiento de la seguridad vial

En el análisis integral de la seguridad vial se propone aplicar como método de evaluación el índice de estado, asignando un rango de valores para cada estado de seguridad, según aparece en la tabla 2.1.

Tabla 2.1 Índice de estado para el diagnóstico de la seguridad vial

Estado	Rango de puntuación
Excelente	8,50-10,00
Bueno	7,00- 8,49
Regular	6,00- 6,99
Malo	3,50- 5,99
Pésimo	0,00- 3,49

Fuente: Elaboración propia del autor

El índice de estado utiliza una expresión propuesta a partir de la influencia relativa de cada uno de estos factores en la seguridad, dado por las causas de la accidentalidad y corroborado por el criterio de especialistas de la Unidad Provincial de Tránsito, Centro Provincial de Vialidad, Universidad central y otros:

$$IE_{sv} = 0,25IE_{Geometría} + 0,15IE_{Transito} + 0,20IE_{Señal} + 0,40IE_{Estado} \quad (2.1)$$

Los aspectos que intervienen en el índice de estado se evalúan por las expresiones siguientes:

$$IE_{Geometría} = 0,25IE_{Planta} + 0,25IE_{Perfil} + 0,25IE_{Sección} + 0,25IE_{Planta-Perfil} \quad (2.2)$$

$$IE_{Transito} = 0,30IE_{Composición} + 0,40IE_{NivelServicio} + 0,30IE_{Velocidad} \quad (2.3)$$

$$IE_{Señalización} = 0,40IE_{SeñalizaciónVertical} + 0,40IE_{SeñalizaciónHorizontal} + 0,20IE_{Iluminación} \quad (2.4)$$

$$IE_{Estado} = 0,30IE_{Calzada} + 0,10IE_{Paseos} + 0,10IE_{Drenaje} + 0,05IE_{Textura} + 0,20IE_{Fricción} + 0,20IE_{Regularidad} + 0,05IE_{Deflexión} \quad (2.5)$$

Es necesario aclarar que en el caso de que no sea posible evaluar algún aspecto dentro del grupo es posible ponderar su efecto en el resultado.

4. CAPÍTULO 3 ANÁLISIS Y RESULTADOS

3.1 Resultados

A modo de estudio piloto, para validar la metodología propuesta, se seleccionó en la provincia de Villa Clara la vía de interés nacional denominada Santa Clara - Caibarién el tramo de concentración de accidentes (TCA), desde la rotonda de Santa Clara hasta el acceso a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central de Las Villas (UCLV).

1. Caracterización de la accidentalidad por tramos de vías

- Determinación de las características de cada tramo de vía de interés nacional
Se localizaron y determinaron las características de cada tramo de vía mediante los estudios de intensidad de tránsito realizados por el Centro Provincial de Vialidad de Villa Clara, así como la determinación del PAVDT de cada año, las longitudes de los tramos y los vehículos-km al año $\cdot 10^8$.

$$PAVDT_n = PAVDT_0 * (1 + r)^{n-1} \quad (3.1)$$

$$PAVDT_{2003} = 4095$$

$$\text{Vehículos - km al año} \cdot 10^8 = (PAVDT_n * \text{Longitud del tramo} * 365) / 10^8 \quad (3.2)$$

Para el tramo objeto de estudio

$$\text{Vehículos - km al año} \cdot 10^8 = (4095_{2003} * 6 * 365) / 10^8$$

$$\text{Vehículos - km al año} \cdot 10^8 = 0,0896805 \text{ para}$$

- Determinación de los I_A , I_M en la provincia y tramos en cada uno de los años.

$$\text{Índice}_{Accidentalidad} = \frac{\text{No accidentes} \times 100\,000\,000}{\text{veh - km}} = \text{vehículos - km al año} \quad (3.3)$$

$$\text{Índice}_{Acc.2003} = \frac{102 \text{ accidentes} \times 100\,000\,000}{3,26399148 \text{ vehículos - km}} = 31,25 \times 10^8 \text{ vehículos - km}$$

$$\text{Índice}_{Mort.2003} = \frac{53 \text{ fallecidos} \times 100\,000\,000}{3,26399148 \text{ vehículos - km}} = 16,23 \times 10^8 \text{ vehículos - km}$$

Determinación de los I_A , I_M de la provincia de Villa Clara, luego de aplicar las expresiones 3.1, 3.2 y 3.3.

$$2003: I_A = 31,25 \text{ acc}/10^8 \text{ veh-km}, I_M = 16,23 \text{ mtos}/10^8 \text{ veh-km}$$

$$2004: I_A = 80,00 \text{ acc}/10^8 \text{ veh-km}, I_M = 14,57 \text{ mtos}/10^8 \text{ veh-km}$$

$$2005: I_A = 84,61 \text{ acc}/10^8 \text{ veh-km}, I_M = 15,54 \text{ mtos}/10^8 \text{ veh-km}$$

$$2006: I_A = 60,00 \text{ acc}/10^8 \text{ veh-km}, I_M = 11,21 \text{ mtos}/10^8 \text{ veh-km}$$

Los índices de accidentalidad y mortalidad de Villa Clara se mantienen altos con relación a los índices de accidentalidad nacionales, siendo en algunos casos el

índice de mortalidad dos veces superior al nacional. Todo este análisis de los resultados obtenidos evidencia las dificultades de la región en cuanto al tema de la seguridad vial y la necesidad de proponer acciones que permitan disminuir estos índices.

- Selección de los TCA

Los TCA más críticos fueron aquellos que se mantuvieron por un período de 3 a 4 años durante el estudio realizado y luego se organizaron en cuanto a: U, vehículos-km al año*10⁸ y los PAVDT.

Los TCA obtenidos en la provincia en los últimos años se resumen en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Resumen de los TCA provincia VC

Provincia	Total de tramos de vías	Años	TCA	% del total
Villa Clara	75	2003	9	12,0
		2004	10	13,3
		2005		
		2006	9	12,0

Fuente: Elaboración propia del autor

Se determinó la cantidad de tramos de concentración de accidentes para cada uno de los años de manera independiente, demostrándose una tendencia a la estabilidad de dichos tramos en el periodo estudiado.

- Determinación de los costos

Las pérdidas económicas causadas por los accidentes de tránsito, teniendo en cuenta indicadores de costo de accidentalidad del territorio, se muestra en la tabla 3.2.

Tabla 3.2 Costo de los accidentes

Provincia	Años	Total de accidentes	Costos \$
Villa Clara	2003 -2006	880	121440 000

Con la aplicación de la primera parte de la metodología propuesta se obtuvieron los resultados siguientes:

En la provincia de Villa Clara se encuentran localizados un total de 75 tramos de vías de interés nacional, los cuales conforman una red de 1 015,5 km de vías de interés nacional.

Se determinaron los TCA más críticos, seleccionándose aquellos que se mantuvieron en un período de 3 a 4 años durante el estudio realizado, y luego organizándose en cuanto a: I_A , vehículos-km al año* 10^8 y los PAVDT, seleccionando el indicado para pasar a la aplicación de la segunda etapa de la metodología propuesta.

La carretera Santa Clara Caibarién fue construida en la década del 40 del siglo pasado y el tramo analizado (Santa Clara-Universidad) es de 6,3 km. Esta carretera suburbana es de dos carriles, categoría II, con una velocidad de diseño de 65 km/hora y tiene un Promedio de Volumen Diario de Tránsito (PAVDT) de 4095 veh/día, de ellos el 24% son camiones y 4 % son ómnibus. El material utilizado en la construcción de la superficie de la misma fue hormigón asfáltico y la estructura resistente de la vía está formada por una base pétreo. En este tramo de vía se encuentran pavimentados los 6,20 m, los paseos tienen una dimensión de 1,20 m, los carriles de 3,10 m y finalmente la faja de 21,20 m. Existe en esta vía un paso a desnivel que se encuentra enmarcado en el tramo objeto de estudio, 1 puentes, 15 alcantarillas.

2. Análisis de las características geométricas de los tramos, evaluación del nivel de servicio, análisis de la señalización e iluminación y evaluación del estado de la vía.

El resultado obtenido se muestra seguidamente en forma de tabla 3.2, luego de haber caracterizado la accidentalidad del tramo objeto de estudio en el trabajo de diploma de Collado L. 2007, tutorado por el autor.

Tabla 3.2 Resultados de la evaluación

PARAMETROS A EVALUAR	RESULTADOS
Planta	Regular
Perfil	Bueno
Seccion transversal	Excelente
Planta - perfil	Regular
Modelos de accidentalidad	Excelente
Composicion de la corriente vehicular	Regular
Nivel de servicio	Pesimo
Velocidad	Regular
Señalizacion vertical	Malo
Señalizacion horizontal	Pesimo
Iluminacion	Pesimo
Calzada	Bueno
Paseos	Regular-Malo
Drenaje	Malo-Pesimo
Textura	Malo
Friccion	NE
Regularidad superficial	Excelente
Deflexión	NE

Fue realizado el diagnostico de seguridad vial después del análisis de la evaluación de cada uno de los componentes que conforman los cuatro grandes grupos que influyen en la seguridad de la vía, a partir de las expresiones 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5.

$$IE_{Geometría} = 0,25 * 6,00 + 0,25 * 7,00 + 0,25 * 8,50 + 0,25 * 6,00 = 6,88$$

$$IE_{Transito} = 0,30 * 6,00 + 0,40 * 0 + 0,30 * 6,00 = 3,60$$

$$IE_{Señalización} = 0,40 * 3,50 + 0,40 * 0 + 0,20 * 0 = 1,40$$

$$IE_{Estado} = 0,30 * 7,43 + 0,10 * 3,44 + 0,10 * 1,38 + 0,05 * 3,50 + 0,20 * 8,50 = 6,12$$

$$IE_{sv} = 0,25 * 6,88 + 0,15 * 3,60 + 0,20 * 1,40 + 0,40 * 6,12 = 4,99$$

El índice de estado para la seguridad vial dio como resultado un índice de estado del tramo de vía catalogado como malo, con un valor entre 6,00 y 3,50; este resultado pone en evidencia la necesidad de proponer medidas para mejorar la seguridad de la vía.

7. Propuestas de medidas o actuaciones

- Realizar las acciones de conservación periódicas con el objetivo de eliminar los deterioros existentes en la calzada, paseos, elementos de drenaje, señalización horizontal y señalización vertical.
- Instalar iluminación en intersecciones donde no exista o mejora de la existente.
- Realizar un recape de hormigón asfáltico con un espesor de 4 cm a 5cm que garantice la textura y la regularidad superficial admisibles.

Las medidas efectuadas hasta la fecha están enmarcadas dentro del primer grupo y se observa una disminución de la accidentalidad, si se compara con igual periodo del año anterior.

8. Análisis económico de los resultados

El análisis económico realizado para las actuaciones, una vez conocidos los volúmenes de trabajo para cada uno de los elementos, se realizó mediante el uso de indicadores de costos obtenidos de las empresas de proyectos que radican en la región, de manera que se obtuviera el monto necesario para las actividades constructivas que demandan los elementos evaluados, lo que se puede apreciar en la tabla 3.3.

Una vez calculados los costos de conservación se concluye que la propuesta de medidas realizadas para mejorar la seguridad vial en el tramo Santa Clara – Universidad es factible, pues los costos económicos de estas intervenciones son menores comparados con las pérdidas económicas obtenidas, cuando se aplican los indicadores actuales para el país de costo de los accidentes del tránsito sin tener en cuenta las afectaciones sociales que generan estos siniestros.

Tabla 3.3 Cálculo de los costos de actuaciones

Actuaciones	Área afectada	Indicador de costo (\$)	Costo(\$)
Bacheo	756 m ²	14.62 *m ²	11 052,72
Fisuras	37,8 m	146 *100m	5 518,8
Cunetas	12 km	322* km	3 864
Paseos	8 km	11,50* km	92 000
Recape	6 km	45 600* km	273 600
Señalización vertical	156 u	54 *u	8 424
Señalización horizontal	12 km	0,63* km	7 560
	3 km	0,95* km	2 850
	3 km	0,41* km	1 230
Iluminación	1 km	37102* km	37 102
Total			443 201,52

9. Análisis integral del comportamiento de la seguridad vial

Se pudo constatar que el procedimiento seguido para el análisis integral del comportamiento de la seguridad vial, valorado a partir de la evaluación realizada de cada uno de los cuatro grandes grupos que influyen en la seguridad de la vía es satisfactorio. Luego de la evaluación integral y el análisis del costo de las intervenciones necesarias en el tramo, se estableció una comparación entre este y el costo originado por los accidentes de tránsito para demostrar la factibilidad económica de las acciones constructivas a ejecutar.

5. CONCLUSIONES

- ❖ Los índices de accidentalidad de la provincia tienden a aumentar dentro del período analizado (2002 – 2006) cuando se analiza de forma general, pues desde el 2003 hasta el 2005 aumenta y disminuye en el 2006. Los índices de

mortalidad del territorio descenden en el 2004 y crecen en el 2005 para volver a aumentar en el 2006.

El comportamiento de estos indicadores acusan la necesidad de trabajo de todos los integrantes del sistema de transporte.

Se determinó que los TCA de la provincia durante los años estudiados es de un 13,33% incluido dos tramos multicarril por lo que el porcentaje de TCA objeto de estudio en la provincia es de 10,75%, el cual se considera alto.

- ❖ El diseño geométrico de las vías pertenecientes al territorio, declaradas como de interés nacional fue realizado de forma general antes de 1960, por lo que se emplearon en el trazado en planta curvas circulares simples, en el perfil curvas parabólicas y el diseño de otros elementos de la geometría que favorecieron al tránsito para el cual fueron diseñadas.

El tránsito que circula en la actualidad no es para el que fueron diseñadas estas vías, los vehículos hoy que tienen muchas más posibilidades técnicas que en aquel entonces, y además la incorporación de vehículos de tracción animal y ciclos, elementos que influyen en la seguridad de la vía debido a su velocidad de desplazamiento, aunque los volúmenes de circulación y la geometría de la vía tienen un nivel de servicio aceptable y en cuyos cálculos no se tiene en cuenta este tipo de vehículos.

- ❖ Los resultados de la aplicación de la metodología propuesta a un tramo de vía, permiten concluir que la seguridad vial de la geometría es regular, el tránsito se evalúa de malo acorde al los resultados, la señalización de pésima y la evaluación de los diferentes componentes de la vía es regular lo que hace que la totalidad de ellos lleven a una mala seguridad en el tramo, para de esta manera validar los resultados de los indicadores de accidentalidad y mortalidad reales.

- ❖ La predicción de accidentalidad en el tramo, también está acorde a los resultados reales a pesar de haber utilizado modelos no ajustados a las condiciones del país.
- ❖ Atendiendo a los indicadores de costos de las actividades a realizar en la propuesta de medidas se concluye que las intervenciones tienen un valor económico menor que las pérdidas por accidentalidad en el tramo, por lo que la propuesta realizada es factible.
- ❖ Se logra demostrar que existen métodos económicos para mejorar el problema de la seguridad vial que son útiles y fáciles de aplicar.
- ❖ Los resultados de la investigación demuestran que la metodología propuesta y aplicada es perfectamente aplicable al estudio de la seguridad vial en vías rurales de dos carriles de circulación de interés nacional, así como lo suficientemente precisa y flexible como para que se generalice.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Accidentes de tránsito y salud. 2005. Dirección en Internet: http://www.vialidad.cl/seguridad_vial/multimedios.htm . fecha de acceso 20 de marzo de 2007.
2. Bustamante, A. F. y M. Carvajal B. 1998. **Metodología para la identificación y estudio de los sectores de concentración de accidentes de tránsito.** Fondo de Prevención Vial. Julio de 1998. Bogotá, Colombia.

3. Carvajal, B. M. 1999. **Diagnóstico de Seguridad Vial en carreteras administradas por el Instituto Nacional de Vías**. Fondo de Prevención Vial, Instituto Nacional de Vías y Ministerio de Transporte de Bogotá, Colombia.
4. Collado, L. 2007. Evaluación de la seguridad vial en un tramo de la carretera Santa Calra Caibarien, Trabajo de diploma, Facultad de Construcciones, Universidad Central de Las Villas.
5. Chavarría, J, A. Mendoza y E. Mayoral. 1997. **Algunas Medidas para Mejorar la Seguridad Vial en las Carreteras Nacionales**. Publicación Técnica N° 89, Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, México.
6. Díaz, E. E. 1992. **Ingeniería de tránsito**. Ciudad de la Habana: Editorial ISPJAE 2 tomos. Tomo I y II.
7. Federal Highway Administration (1991b) **Management Approach to Highway Safety: A Compilation of Good Practice**; FHWA; Washington, D.C., U.S.A.
8. Gil, C. B. y Serrano, L., 2000. **Catálogo de deterioros en pavimentos flexibles**. Ministerio del Transporte. Centro Nacional de Vialidad.
9. González, J.C. 2005. **Medicina y seguridad vial**: Publicados en Internet por <http://www.tema68.com> fecha de acceso 24 de marzo de 2007.
10. KRAEMER, C. 1993. **Instrucción de Trazado**. IX Curso Internacional de Carreteras. Madrid. (a).
11. LEY N° 60. Código de vialidad y tránsito vigente desde 02-12.

12. Machado, R.1981. **Mantenimiento y explotación de carreteras.** editorial Oriente Fac. Construcciones Primera parte pag 26-37.
13. Martínez. A. 2006. **Estudios sobre los accidentes del tránsito en Cuba:**(Continuación) La Habana, Cuba .
14. Organización Panamericana de la Salud,1993. **Prevención de accidentes y lesiones.** Washington DC: OPS; (Serie PALTEX para Ejecutores de Programas de Salud; 29).
15. Programa nacional para la prevención de accidentes del tránsito en menores de 20 años. 2004. Dirección en Internet: <http://www.programaverde.com>. Documento PDF fecha de acceso 20 de marzo de 2007.
16. Radelat. E, Guido. 2003. **Principios de ingeniería de tránsito.** Washington, DC: Institute of Transportation Engineers), p 97-129,p181-205.
17. Rodríguez Aponte, D.Y 2002. **Utilización de herramientas de planeación y gestión para la priorización de la atención y prevención de puntos críticos de accidentalidad.** Tesis. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
18. Sedenko, V. M. 1976 **Manual de explotación de carreteras,**
19. Téllez, R. ; Damián, S., Chavarría, J. 1997; **Catálogo de Acciones Tendientes a Incrementar la Seguridad en el Transporte Carretero** ; Instituto Mexicano del Transporte ; Publicación Técnica N° 96, Querétaro, México.