

Universidad de Costa Rica
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**Análisis de seguridad vial en la autopista Florencio del Castillo: Auditoría
y Validación del Manual para la disposición de sistemas de contención
vial en Costa Rica**

Trabajo de Graduación

Que para obtener el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil

Presenta

Alejandra Acosta Gómez

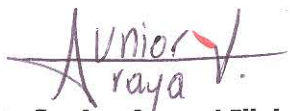
Director del Proyecto de Graduación

Ing. Junior Araya Villalobos

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

Costa Rica, 2010

COMITÉ ASESOR



Ing. Junior Araya Villalobos

Director del Proyecto



Ing. Germán Valverde González, M.B.A., M.Sc.

Asesor del Proyecto

Ing. Javier Zamora Rojas

Asesor del Proyecto

Fecha: 16/02/10

La suscrita, Alejandra Acosta Gómez, cédula 1-108-0063, estudiante de la carrera de Licenciatura en Ingeniería civil de la Universidad de Costa Rica, con número de carné **980015**, manifiesta que es autora del Proyecto Final de Graduación **Análisis de seguridad vial en la Autopista Florencio del Castillo: Auditoría y Validación del Manual para la Disposición de Sistemas de Contención Vial en Costa Rica**, bajo la Dirección del **Ingeniero Junior Araya Villalobos**, quien en consecuencia tiene derechos compartidos sobre los resultados de esta investigación.

Asimismo, hago traspaso de los derechos de utilización del presente trabajo a la Universidad de Costa Rica, para fines académicos: docencia, investigación, acción social y divulgación.



Nota: De acuerdo con la Ley de Derechos de Autor y Derechos Conexos N°6683, Artículo 7 (versión actualizada el 02 de julio de 2001); "no podrá suprimirse el nombre del autor en las publicaciones o reproducciones, ni hacer en ellas interpolaciones, sin una conveniente distinción entre el texto original y las modificaciones o adiciones editoriales". Además, el autor conserva el derecho moral sobre la obra, Artículo 13 de esta ley, por lo que es obligatorio citar la fuente de origen cuando se utilice información contenida en esta obra.

DEDICATORIA

A Dios que me dio fortaleza a cada paso.
A mi mamá, porque su incondicional compañía,
sus palabras de aliento, su amor y el apoyo
que siempre me brindó en todo momento,
fueron los propulsores para llegar
a la culminación de esta meta.

AGRACEDIMIENTOS

Al **Ing. Junior Araya Villalobos**, director del proyecto, por su apoyo incondicional, el conocimiento transmitido y por su interés en todo momento.

Al **Ing. Germán Valverde González**, miembro del comité asesor, por ser un excelente profesor y guía en el desarrollo de este proyecto.

Al **Ing. Javier Zamora Rojas**, miembro del comité asesor, por su colaboración y anuencia a compartir su conocimiento y experiencia en el tema de las Auditorías de Seguridad Vial.

A mis jefes, la **Ing. Sandra Muñoz Jiménez** y el **Ing. Carlos Sandino Guevara**, por su comprensión, apoyo e interés en este proyecto y por los tiempos que me concedieron para llevarlo a cabo.

A mis compañeros de trabajo, **María de los Ángeles Chávez** y **Jorge Enrique Ramos**, por la amistad tan desinteresada que me ofrecieron desde el inicio y porque participaron en la ejecución de estudios de campo necesarios para poder llevar a cabo una parte de este proyecto.

A mis compañeros **Jorge** y **Juan Diego**, que me apoyaron de distintas maneras, porque sin su colaboración y compañía, todo habría sido más complicado y menos agradable.

A mi amigo **Carlitos**, que me ayudó en muchos aspectos de este trabajo, como en la ejecución de las visitas de campo a la carretera y en brindarme su opinión sobre las condiciones observadas.

A **Tía Irza** y su familia, por hacerme sentir como en casa y además brindarme su apoyo, cariño y compañía en todo momento.

Finalmente, a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización del presente proyecto.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN A LAS AUDITORÍAS EN SEGURIDAD VIAL | 17 |
| 1.1 Trasfondo histórico del país en materia vial y de accidentalidad. | 17 |
| 1.2 Justificación. | 20 |
| 1.3 Introducción. | 21 |
| 1.4 Objetivos. | 26 |
| 1.5 Alcance del proyecto. | 27 |
| 1.6 Beneficios esperados. | 28 |
| CAPÍTULO 2: TEORÍA DE LAS AUDITORÍAS EN SEGURIDAD VIAL..... | 30 |
| 2.1 Medición de la seguridad en las carreteras. | 30 |
| 2.2 Factores que influyen en la seguridad de la vía..... | 31 |
| 2.3 Estudios de Auditorías en diferentes países. | 32 |
| 2.3.1 Reino Unido | 32 |
| 2.3.2 Australia y Nueva Zelanda..... | 33 |
| 2.3.3 Estados Unidos | 33 |
| 2.3.4 Unión Europea..... | 34 |
| 2.3.5 Japón | 35 |
| 2.3.6 Canadá | 35 |
| 2.3.7 México | 36 |
| 2.3.8 Colombia..... | 36 |
| 2.4 Las listas de control..... | 37 |
| 2.5 Normativa utilizada..... | 39 |
| CAPÍTULO 3: CRITERIOS PARA ANALIZAR LA SEGURIDAD VIAL EN LOS MÁRGENES DE LA CARRETERA | 40 |
| 3.1 Antecedentes. | 40 |
| 3.2 Criterios técnicos del Manual. | 41 |
| CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA..... | 61 |
| 4.1 Logística de la metodología para auditorías. | 61 |
| 4.2 Logística de la metodología para llevar a cabo la validación. | 64 |
| CAPÍTULO 5: DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO..... | 67 |
| 5.1 Descripción general de la Autopista Florencio del Castillo..... | 67 |

| | |
|---|-----|
| 5.2 Características de la zona..... | 69 |
| 5.2.1 Hacienda Vieja- Las Villas | 69 |
| 5.2.2 La Unión | 70 |
| 5.2.3 Ochoмого, La Lima, Cristo Rey y Taras | 71 |
| 5.3 Selección de tramos de la autopista. | 71 |
| 5.3.1 Tramo N° 1. Hacienda Vieja- Intercambio La Galera | 73 |
| 5.3.2 Tramo N° 2. Intercambio La Galera- Intercambio Lomas de Ayarco..... | 75 |
| 5.3.3 Tramo N° 3. Intercambio Lomas de Ayarco- Las Villas de Tres Ríos | 76 |
| 5.3.4 Tramo N° 4. Las Villas- San Diego | 77 |
| 5.3.5 Tramo N° 5. San Diego- Entrada Tres Ríos | 78 |
| 5.3.6 Tramo N° 6. Entrada Tres Ríos- Segunda entrada Tres Ríos | 79 |
| 5.3.7 Tramo N° 7. Intersección Tres Río- Cristo Rey | 80 |
| 5.3.8 Tramo N° 8. Lazos de giro en U, Bomba Cristo Rey- Ochoмого..... | 82 |
| 5.3.9 Tramo N° 9. Ochoмого-Intersección antes de Taras..... | 83 |
| 5.3.10 Tramo N°10. Intersección antes de Taras -Intersección Taras | 83 |
| 5.4 Datos de accidentalidad. | 85 |
| 5.5 Geometría de la carretera. | 86 |
| 5.6 Aspectos topográficos de la carretera. | 87 |
| 5.6.1 Sector de Hacienda Vieja – Las Villas | 87 |
| 5.6.2 Tres Ríos..... | 87 |
| 5.6.3 Ochoмого y Taras..... | 88 |
| 5.7 Señalización existente..... | 88 |
| 5.8 Facilidades peatonales. | 89 |
| CAPÍTULO 6: LISTAS DE CONTROL | 91 |
| 6.1 Definición y alcance de las listas de control..... | 91 |
| CAPÍTULO 7: ELABORACIÓN Y DESARROLLO DE LA AUDITORÍA Y VALIDACIÓN DEL MANUAL PARA SISTEMAS DE CONTENCIÓN LATERAL | 97 |
| 7.1 Inspecciones de campo..... | 97 |
| 7.2 Determinación del estado de los diferentes elementos evaluados. | 98 |
| 7.2.1 Barreras semi-rígidas..... | 98 |
| 7.2.2 Vegetación | 100 |
| 7.2.3 Cunetas | 102 |

| | | |
|--|---|-----|
| 7.2.4 | Objetos fijos a la orilla de la carretera | 104 |
| 7.3 | Procesamiento de la información..... | 106 |
| 7.3.1 | Deterioro superficial y deformaciones en la calzada. | 106 |
| 7.3.2 | Deterioro superficial y deformaciones en el espaldón. | 108 |
| 7.3.3 | Demarcación horizontal. | 110 |
| 7.3.4 | Señalamiento vertical. | 112 |
| 7.3.5 | Publicidad en la Vía. | 114 |
| 7.3.6 | Presencia de obstáculos y otros peligros laterales..... | 116 |
| 7.3.7 | Facilidades peatonales y para ciclistas. | 119 |
| 7.3.8 | Desarrollo de propiedades laterales y accesos ilegales. | 123 |
| 7.3.9 | Barreras..... | 125 |
| 7.3.10 | Vegetación. | 129 |
| 7.3.11 | Drenajes. | 130 |
| 7.3.12 | Trabajos en la vía..... | 133 |
| 7.3.13 | Puentes..... | 135 |
| 7.4 | Intersecciones. | 136 |
| 7.4.1 | Intersección Hacienda Vieja. | 136 |
| 7.4.2 | Intercambio Lomas de Ayarco. | 138 |
| 7.4.3 | Intersección San Diego..... | 143 |
| 7.4.4 | Intercambio de Tres Ríos..... | 145 |
| 7.4.5 | Cristo Rey e Intersección "Antes de Taras". | 149 |
| 7.4.6 | Intersección Taras. | 150 |
| 7.5 | Identificación de puntos conflictivos. | 152 |
| 7.6 | Mediciones de velocidad..... | 158 |
| 7.7 | Ejercicio de validación del Manual SCV. | 162 |
| 7.7.1 | Árboles y postes cerca de la vía..... | 163 |
| 7.7.2 | Cunetas naturales y construidas no traspasables y sin protección..... | 166 |
| 7.7.3 | Elementos en puentes | 168 |
| 7.7.4 | Otros obstáculos al margen de la vía..... | 169 |
| CAPITULO 8: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | | 172 |
| 8.1 | Conclusiones..... | 172 |
| 8.2 | Recomendaciones. | 176 |

| | |
|--|-----|
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 179 |
| Anexo A. Ejemplo de lista de cotejo..... | 181 |
| Anexo B. Estudio de velocidades | 190 |
| Anexo C. Información de los accidentes mortales..... | 198 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1.1 Localización de la zona en estudio..... | 25 |
| Figura 3.1 Distancia de trabajo de la barrera de seguridad para el caso de un obstáculo que sobresale del terreno. | 50 |
| Figura 3.2 Distancia de trabajo de la barrera de seguridad para el caso de un obstáculo que no sobresale del terreno..... | 50 |
| Figura 3.3 Clasificación de la pendiente en positiva o negativa. | 53 |
| Figura 3.4 Croquis de las distintas medidas para obtener la longitud de la barrera..... | 59 |
| Figura 4.1 Proceso en la realización de auditoría de una ruta en operación | 64 |
| Figura 4.2 Tabla utilizada para recopilar información en campo | 66 |
| Figura 5.1 Tramos establecidos en la autopista Florencio del Castillo..... | 72 |
| Figura 5.2 Vista aérea de la intersección Hacienda Vieja | 73 |
| Figura 5.3 Vista aérea del intercambio La Galera..... | 74 |
| Figura 5.4 Vista aérea del intercambio Lomas de Ayarco (final tramo 2). | 75 |
| Figura 5.5 Vista aérea de zona de las Villas (final del tramo 3). | 76 |
| Figura 5.6 Vista aérea del acceso a San Diego (final tramo 4). | 78 |
| Figura 5.7 Vista aérea de la entrada a Tres Ríos (final tramo 5)..... | 79 |
| Figura 5.8 Vista aérea de la intersección de la entrada a Tres Ríos (final tramo 6)..... | 79 |
| Figura 5.9 Vista aérea del intercambio de Tres Ríos, inmerso en el tramo 6. | 80 |
| Figura 5.10 Vista aérea de los lazos de giro en U, Bomba Cristo Rey (final tramo 7). | 81 |
| Figura 5.11 Vista aérea de la zona de Ochomogo (final tramo 8). | 82 |
| Figura 5.12 Vista aérea de la intersección antes de Taras (final tramo 9)..... | 83 |
| Figura 5.13 Vista aérea de la intersección Taras..... | 84 |
| Figura 7.1 Movimientos no permitidos realizados en la intersección Hacienda Vieja..... | 137 |
| Figura 7.2 Accidente mortal con impacto a poste de iluminación..... | 154 |
| Figura 7.3 Accidente mortal con impacto a poste de iluminación..... | 155 |
| Figura 7.4 Accidente mortal por volcamiento sobre un peatón. | 157 |
| Figura 7.5 Puntos de conteo de velocidades. | 159 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 3.1 Nivel de contención de la barrera de seguridad (versión p. graduación). | 42 |
| Tabla 3.2 Nivel de contención de la barrera de seguridad (versión del Manual SCV).. | 43 |
| Tabla 3.3 Clasificación según tipo de obstáculo..... | 43 |
| Tabla 3.4 Criterios para seleccionar nivel de contención de las barreras en las medianas.. . | 47 |
| Tabla 3.5 Distancias de preocupación. | 47 |
| Tabla 3.6 Distancia transversal máxima entre el borde de la vía y una barrera | 48 |
| Tabla 3.7 Disposición lateral de la barrera de seguridad..... | 49 |
| Tabla 3.8 Resultado del sistema elegido y la distancia disponible y la necesaria. | 50 |
| Tabla 3.9 Rangos de deflexión en las barreras de seguridad..... | 51 |
| Tabla 3.10 Razón de esviaje de la barrera (b/a) según la velocidad de diseño..... | 52 |
| Tabla 3.11 Distancia LR (sección de barreras aguas arriba)..... | 52 |
| Tabla 3.12 Determinación de la zona libre mínima necesaria. | 53 |
| Tabla 3.13 Longitud de la barrera aguas arriba. | 58 |
| Tabla 5.1 Características generales de la zona comprendida por la Ruta 2. | 67 |
| Tabla 5.2 Características generales de la autopista Florencio del Castillo..... | 68 |
| Tabla 5.3 Características de los tramos más característicos de la autopista. | 70 |
| Tabla 5.4 Inversión para proyecto de demarcación de vías..... | 89 |
| Tabla 6.1 Ejemplo de una de las listas de control (LanammeUCR)..... | 93 |
| Tabla 7.1 Valores de velocidad de operación y de velocidad permitida..... | 160 |

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

| | |
|---|-----|
| Fotografía 5.1 Perspectiva de la intersección Hacienda Vieja. | 74 |
| Fotografía 5.2 Perspectiva del intercambio a desnivel de Lomas de Ayarco. | 76 |
| Fotografía 5.3 Perspectiva del acceso a una zona comercial en el sector de Villas..... | 77 |
| Fotografía 5.4 Perspectiva de la zona de San Diego..... | 78 |
| Fotografía 5.5 Perspectiva del giro en U Bomba Cristo Rey..... | 81 |
| Fotografía 5.6 Desarrollo industrial al margen de la autopista en Ochomogo. | 82 |
| Fotografía 5.7 Perspectiva de la autopista en el sector de Taras. | 84 |
| Fotografía 7.1 Estado aceptable en barreras semi-rígidas..... | 98 |
| Fotografía 7.2 Estado regular encontrado en barreras semi-rígidas. | 99 |
| Fotografía 7.3 Estado malo en barreras semi-rígidas..... | 99 |
| Fotografía 7.4 Vegetación con una densidad aceptable. | 100 |
| Fotografía 7.5 Estado de afectación regular por parte de la vegetación. | 101 |
| Fotografía 7.6 Estado malo de la afectación por parte de la vegetación. | 101 |
| Fotografía 7.7 Cuneta en buen estado. | 102 |
| Fotografía 7.8 Cuneta con interferencia de vegetación..... | 103 |
| Fotografía 7.9 Cuneta afectada completamente por la vegetación..... | 103 |
| Fotografía 7.10 Buen estado para las condiciones relacionadas con los objetos fijos. | 104 |
| Fotografía 7.11 Estado regular para las condiciones relativas a objetos fijos. | 105 |
| Fotografía 7.12 Estado grave de las condiciones para objetos fijos..... | 105 |
| Fotografía 7.13 Calzada que presentaba deterioro severo con reparación. | 107 |
| Fotografía 7.14 Deformación del pavimento en el tramo de Ochomogo. | 107 |
| Fotografía 7.15 Superficie con tratamiento para reducir lisura. | 107 |
| Fotografía 7.16 Tramos 2 y 5 en los que el espaldón desaparece de manera abrupta. | 109 |
| Fotografía 7.17 Deterioro del espaldón en tramos 5 y 7. | 109 |
| Fotografía 7.18 Desgaste de la pintura en la zona después del peaje. | 110 |
| Fotografía 7.19 Demarcación adecuada y en buen estado en el tramo 2..... | 111 |
| Fotografía 7.20 Poste de alumbrado con base rígida presente en la mediana. | 111 |
| Fotografía 7.21 Señalamiento cubierto de manera parcial por vegetación. | 112 |
| Fotografía 7.22 Señales ubicadas a muy baja altura | 113 |
| Fotografía 7.23 Mal estado del señalamiento vertical. | 114 |

| | |
|--|-----|
| Fotografía 7.24 Presencia de material publicitario en la mediana..... | 115 |
| Fotografía 7.25 Presencia de material publicitario al margen de la vía. | 115 |
| Fotografía 7.26 Columna de concreto de puente sin protección | 116 |
| Fotografía 7.27 Base rígida de poste de iluminación en la mediana y sin protección..... | 117 |
| Fotografía 7.28 Cuneta de profundidad considerable sin protección. | 117 |
| Fotografía 7.29 Paradas de autobús cerca de la orilla y sin protección..... | 118 |
| Fotografía 7.30 Peatones acceden a la autopista desde la marginal..... | 120 |
| Fotografía 7.31 Peatones y ciclistas utilizan el espaldón para transitar. | 120 |
| Fotografía 7.32 Accesos peatonales ilegales sin protección y ausencia de aceras. | 121 |
| Fotografía 7.33 Ausencia de ciclo vías a pesar de la cantidad considerable de ciclistas. | 121 |
| Fotografía 7.34 Paradas de autobús sin la presencia de bahías..... | 122 |
| Fotografía 7.35 Acceso ilegal de tipo vehicular y peatonal respectivamente..... | 123 |
| Fotografía 7.36 Desarrollo industrial al margen de la carretera. | 124 |
| Fotografía 7.37 Presencia de casas de habitación al margen de la vía sin protección..... | 124 |
| Fotografía 7.38 Barreras flexibles con terminal cola de pez..... | 125 |
| Fotografía 7.39 Barreras impactadas que no han sido sustituidas..... | 125 |
| Fotografía 7.40 Barrera impactada y de longitud insuficiente. | 126 |
| Fotografía 7.41 Barreras con un impacto que le generó falla total. | 126 |
| Fotografía 7.42 Colocación incorrecta de los postes del sistema de contención..... | 127 |
| Fotografía 7.43 Nivel de contención insuficiente..... | 128 |
| Fotografía 7.44 Presencia de vegetación a lo largo de toda la carretera. | 129 |
| Fotografía 7.45 Presencia de árboles en la orilla de la vía que puede provocar impactos y agrietamientos por raíces. | 130 |
| Fotografía 7.46 Presencia de vegetación y basura en las cunetas..... | 131 |
| Fotografía 7.47 Presencia de material suelto en la cuneta. | 131 |
| Fotografía 7.48 Alcantarillas sin protección. | 132 |
| Fotografía 7.49 Cunetas sin protección..... | 132 |
| Fotografía 7.50 Pobre visibilidad de cunetas y alcantarillas. | 133 |
| Fotografía 7.51 Zona en construcción en el tramo 2. | 134 |
| Fotografía 7.52 Señalización adecuada relativa a trabajos en la vía. | 134 |
| Fotografía 7.53 Problemas de las barreras en puentes. | 135 |
| Fotografía 7.54 Objetos fijos en la mediana sin protección. | 137 |

| | |
|---|-----|
| Fotografía 7.55 Presencia de estudiantes en la vía. | 138 |
| Fotografía 7.56 Ausencia de carril de aceleración y vallas de contención en las rampas. ... | 139 |
| Fotografía 7.57 Presencia de árboles al margen de la vía. | 140 |
| Fotografía 7.58 Alcantarillas sin protección. | 140 |
| Fotografía 7.59 Ausencia de facilidades y protección para peatones. | 141 |
| Fotografía 7.60 Cuneta obstruida por vegetación. | 142 |
| Fotografía 7.61 Talud de corte no traspasable. | 142 |
| Fotografía 7.62 Radios de giro cortos y problemas de visibilidad. | 143 |
| Fotografía 7.63 Árbol de gran tamaño a 2.5m del borde de la vía. | 144 |
| Fotografía 7.64 Barrera flexible impactada..... | 144 |
| Fotografía 7.65 Barrera flexible con transición inadecuada a la protección de puente. | 145 |
| Fotografía 7.66 Túnel de acceso con barras de acero. | 146 |
| Fotografía 7.67 Barreras de contención con terminal cola de pez..... | 147 |
| Fotografía 7.68 Accesos ilegales. | 147 |
| Fotografía 7.69 Cuneta no traspasable sin protección. | 148 |
| Fotografía 7.70 Obstáculos fijos al margen de la vía. | 149 |
| Fotografía 7.71 Radios de giros cortos sin protección..... | 150 |
| Fotografía 7.72 Sistema de contención con una inadecuada colocación. | 151 |
| Fotografía 7.73 Reductores de velocidad conocido como trepidadores. | 151 |
| Fotografía 7.74 Obstáculos al margen de la vía. | 152 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1.1 Fatalidades ocurridas en Costa Rica durante el periodo 2000-2007..... | 18 |
| Gráfico 1.2 Fatalidades ocurridas en la Ruta 2 durante el periodo 2000-2007..... | 19 |
| Gráfico 3.1 Relación del TPDA y el ancho de la mediana. | 46 |
| Gráfico 3.2 Determinación de la relación V1:H1 para canales triangulares (versión del proyecto graduación). | 54 |
| Gráfico 3.3 Determinación de la relación V1:H1 para canales trapezoidales (versión del proyecto de graduación). | 55 |
| Gráfico 3.4 Determinación de la relación V1:H1 para canales triangulares (versión del borrador del Manual SCV). | 56 |
| Gráfico 3.5 Determinación de la relación V1:H1 para canales trapezoidales (versión del borrador del Manual SCV). | 57 |
| Gráfico 5.1 Accidentes acumulados en la Autopista durante los años 2007 y 2008. | 85 |
| Gráfico 5.2 Distribución de accidentes fatales en la autopista para el 2007 y 2008. | 86 |

Acosta Gómez, Alejandra

Análisis de Seguridad Vial en la Autopista Florencio del Castillo: Auditoría y Validación del Manual para la Disposición de Sistemas de Contención Vial en Costa Rica.

Proyecto de Graduación – Ingeniería Civil – San José, Costa Rica.:

A. Acosta G., 2010

XV, 162, [20]h; ils. col. – 22 refs.

RESUMEN

El objetivo principal de este proyecto es comprobar las distintas condiciones de la Autopista Florencio del Castillo, analizando todos los aspectos de la misma y su entorno, que puedan intervenir en la seguridad de los usuarios, con el fin último de estudiar si la vía opera en las máximas condiciones de seguridad para así minimizar las situaciones de riesgo. De manera paralela se llevará a cabo una validación del “Manual para el análisis de la seguridad vial en los márgenes de carreteras y la disposición de sistemas de contención vial de Costa Rica”, mediante los criterios técnicos establecidos en él.

Este trabajo presenta el desarrollo de una metodología para la realización de Auditorías en Seguridad Vial para la validación de una normativa en la que se establecen los requisitos mínimos para el diseño, disposición y colocación de los sistemas de contención vial, mediante su aplicación en una carretera representativa de la red vial estratégica de Costa Rica, para que sirva como un instrumento de apoyo a los profesionales en ingeniería de transportes, así como a las agencias gubernamentales, al analizar el nivel de seguridad provistos por los elementos del diseño geométrico e infraestructura de las carreteras y así contribuir a reducir la frecuencia y severidad de los choques vehiculares en las carreteras.

Una vez identificadas las distintas situaciones de riesgo y deficiencias en seguridad vial, se brindó una serie de soluciones para solventar los problemas encontrados mediante la aplicación de la normativa a validar y de criterios establecidos por profesionales en la materia.

Universidad de Costa Rica; Escuela de Ingeniería Civil; Auditoría; Seguridad Vial; Normativa.

Ing. Junior Araya Villalobos.
Escuela de Ingeniería Civil.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN A LAS AUDITORÍAS EN SEGURIDAD VIAL

1.1 Trasfondo histórico del país en materia vial y de accidentalidad.

Los accidentes viales son la primera causa de muerte violenta en Costa Rica, incluyendo tanto a adolescentes como adultos, jóvenes y ancianos. Las causas de estas muertes son diversas pero podrían clasificarse principalmente en tres categorías:

- Falta de educación vial de los ciudadanos.
- Deficiencias en la infraestructura vial.
- Imprudencia tanto de conductores como de peatones.

La problemática relacionada con la presencia de choques o accidentes de tránsito en las vías públicas de Costa Rica, ya sea en áreas urbanas o rurales, es un tema que se ha venido analizando desde hace algunos años. Al transitar por varias de las carreteras de este país es evidente la presencia de situaciones o condiciones inadecuadas en la carretera que influyen en la frecuencia o severidad de los choques de vehículos de motor, ya sea por el factor humano o por deficiencias en la infraestructura, y/o dispositivos de control de tránsito inadecuados o mal localizados a lo largo del corredor vial.

Según el Consejo de Seguridad Vial (COSEVI) el número de fatalidades ocurridas en el país desde el año 2000 hasta el 2007 han venido reduciéndose, pasando de 438 muertes en sitio reportadas en el año 2001, a 277 muertes en sitio en el año 2007 en todo el país. Específicamente para la Ruta Nacional 2 (Autopista Florencio del Castillo) en el año 2002 se registró un total de 42 muertes en sitio, mientras que en el 2007 se reportaron 29 muertes; sin embargo existieron años que registraron valores un poco menores.

El gráfico 1.1 presenta las muertes en las carreteras en Costa Rica para el período comprendido del 2000 al 23 de octubre del 2007. Como se observa en esta figura, hubo una reducción del número de muertes, luego del año 2001, debido, entre otras medidas, a cambios realizados a la Ley de Tránsito; dicha reducción de las fatalidades, está asociada en este sentido, con el aumento en el costo de las multas, lo cual ocasionó una posible modificación en la conducta de los usuarios del sistema de carreteras. Esta modificación está posiblemente ligada al nivel de vigilancia policiaca y a la campaña educativa que se

desarrolló durante el comienzo de la implantación de la ley. Este fenómeno permaneció constante desde el 2002 hasta el 2005, pero en los dos años posteriores se observa un aumento en la accidentalidad del país, que, aunque sea menor a los años de mayor accidentalidad registrados en este periodo, refleja la necesidad de implementar nuevas soluciones, pero a la vez hace pensar que existen una serie de factores que se han venido dejando de lado y que ya no basta con modificar las leyes o aumentar las multas, sino que la seguridad vial y las condiciones de la vía también deben formar parte integral cuando se desee prever hechos de esta índole. Es por esto que, el factor de la carretera juega también un rol significativo en la frecuencia y severidad de los choques en Costa Rica, por lo que es necesario adoptar procesos de auditorías para mantener un nivel de seguridad adecuado.

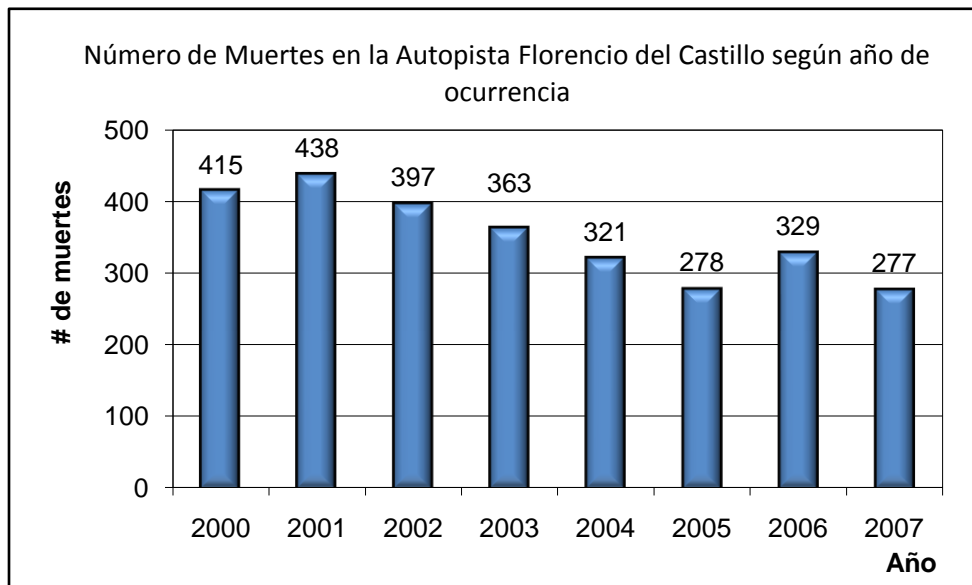


Gráfico 1.1 Fatalidades ocurridas en Costa Rica durante el periodo 2000-2007

Fuente. Datos de COSEVI.

Para el caso de la Autopista Florencio del Castillo, ocurre un caso muy distinto al observado a nivel nacional, ya que se ha dado a lo largo de los años contemplados en el mismo periodo, un aumento de la accidentalidad en la zona y que solamente se dio una disminución durante dos años, pero de ahí se inició de nuevo el incremento de la accidentalidad en un grado menor al registrado en los primeros años del periodo 2000-

2007. Esto pone aún más en evidencia que debe existir una serie de factores de fondo que se han descuidado y que son inherentes a la vía en sí. En el gráfico 1.2 se puede observar lo anteriormente expuesto.

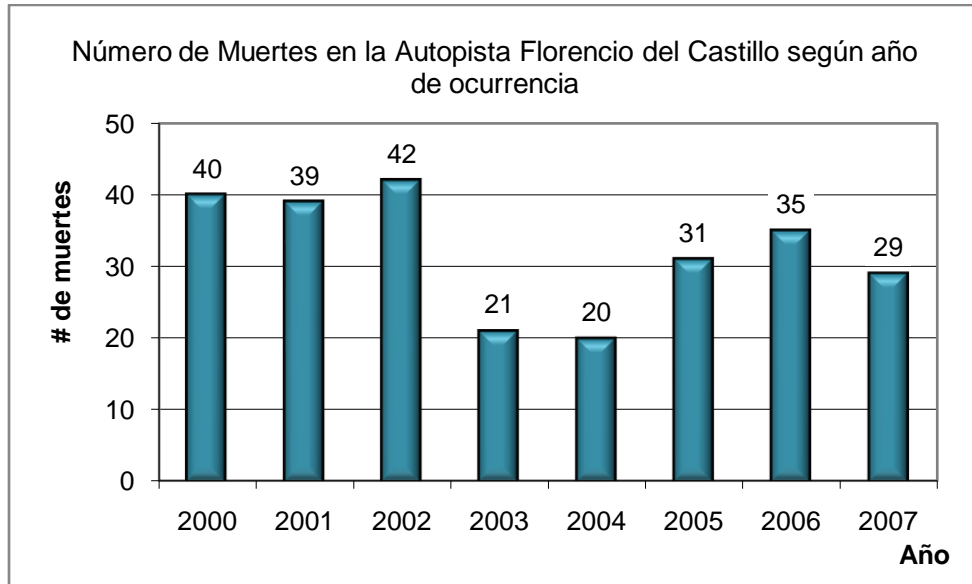


Gráfico 1.2 Fatalidades ocurridas en la Ruta 2 durante el periodo 2000-2007

Fuente. Datos de COSEVI.

Las fatalidades que ocurren en las carreteras por efecto de la ausencia o falta de mantenimiento de los dispositivos de control de tránsito y de seguridad instalados, como la demarcación inadecuada y la señalización en las vías, así como el factor humano, la infraestructura y diseño vial, posiblemente sean la causa del aumento del número de los accidentes fatales que tienen un muy alto costo para la sociedad y para la economía de un país, pero que no se han visto como tal y por ende las medidas que se han implementado han estado enfocadas en un rumbo que, aunque necesario y pertinente, no es el que incluye estas variables tan determinantes y en consecuencia no se ha logrado subsanar el problema de la mejor manera.

Dado el éxito experimentado en otros países, se ha generado entonces, una necesidad de desarrollar una auditoría de seguridad vial y adaptar las metodologías de estos países a nuestra realidad en materia vial, para explicar las condiciones y su implicación en la seguridad de Costa Rica, debido a las condiciones topográficas y

climatológicas particulares, condiciones geométricas de las carreteras, capacidad de las mismas y otros factores que se analizarán en el desarrollo del presente proyecto.

1.2 Justificación.

El tema central de este proyecto de graduación es desarrollar una auditoría de seguridad vial para evaluar la problemática de la seguridad en las carreteras de Costa Rica. La realidad de nuestro país se ve cada día plagado de una creciente tasa de accidentalidad que se atribuye básicamente a razones asociadas a errores humanos, tanto en capacidad de control del vehículo, como de imprudencias en la ingesta de alcohol, abuso de velocidad o distracciones.

Al igual que para el caso de conductores, a los peatones se les atribuye un tipo de imprudencia que degenera en accidentes; sin embargo se dejan de lado los análisis relativos al diseño de la carretera, al cumplimiento de la normas de seguridad que deben existir en una carretera de modo que, incluso, pasan a un plano en el que no figuran como responsables directos de accidentes viales.

Una vez que se identifica este problema, el cual de manera paralela evita que se pongan en marcha una serie de mecanismos que permitirían la disminución de los accidentes y su magnitud, es responsabilidad de los distintos profesionales ligados al área de transportes y de ingeniería de tránsito, buscar los medios que sean necesarios para demostrar sus teorías, a través de las cuales se brinden recomendaciones que den solución al problema específico.

Un trabajo como el que se pretende desarrollar en este documento tiene como objetivo principal promover el desarrollo del país en materia vial y poner en evidencia una serie de consideraciones que se han estado obviando durante muchos años.

Al revisar la literatura existente y los estudios previos, se ha encontrado que, para nuestro país, existen estudios realizados sobre auditorías en seguridad vial, para proyectos en su etapa de operación y que cubren una amplia gama de factores representativos de la seguridad vial como lo son demarcación vial, señalización, facilidades peatonales, entre otras, elaborados principalmente por el LanammeUCR, además de que la Dirección

General de Ingeniería de Tránsito (DGIT), cuenta con estudios y documentación relacionada con el tema o aplicable al mismo.

La primera auditoría en seguridad vial que se realizó, tuvo como objeto de estudio la Autopista Florencio del Castillo y estuvo a cargo del Ingeniero Germán Valverde González, elaborada para el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR).

En esta primera auditoría, el informe presentado por el Ingeniero Valverde, incluye todos los hallazgos que de una u otra forma comprometen la seguridad de los distintos usuarios en esa vía; sin embargo, el estudio no contempló el diseño de soluciones a los distintos problemas identificados, esto porque el LanammeUCR es un ente fiscalizador. Por esta razón, la elaboración de una nueva auditoría sobre esta ruta, incluyendo posibles soluciones a las deficiencias identificadas, con el fin de prevenir y minimizar los accidentes de tránsito y su gravedad, representa una herramienta de gran utilidad que generaría un aporte de gran importancia cuando se realice una intervención a la vía, ya que no solamente se identifican los problemas potenciales, sino que se cuenta con un estudio que brinda información sobre la manera de corregirlos.

Por lo tanto, realizar dicha actividad en las distintas carreteras del país permitirá establecer una red vial optimizada en materia de seguridad, determinante en la reducción de accidentes viales, mediante la implementación de toda la información que proveen las auditorías de seguridad vial.

1.3 Introducción.

Durante los últimos años, las políticas paliativas de seguridad vial que tradicionalmente se han aplicado en las distintas Administraciones, han venido acompañadas, en países más avanzados, de medidas preventivas de seguridad vial, que desde el convencimiento de que "prevenir es mejor que curar", han apostado por la solución de problemas potenciales en la vía o en su entorno antes que éstos deriven en accidentes.

De esta manera es que se establecen las auditorías de seguridad vial como una herramienta de gran eficacia para alcanzar este objetivo, dado que constituyen un

procedimiento sistemático de comprobación de las condiciones de seguridad de un proyecto de una carretera nueva, existente o de cualquier proyecto que pueda afectar a la seguridad de la vía o a los usuarios, incluyendo tanto a los conductores como a los peatones y ciclistas.

Es de gran importancia entender que un proyecto, desde su primera fase de planeamiento, se diseñe con los criterios óptimos de seguridad para todos sus usuarios, verificando que se mantienen dichos criterios durante las fases de proyecto, construcción y puesta en servicio de la misma. Por lo cual, es relevante la concepción de estas auditorías dentro del proceso mismo de planeación del proyecto como un todo.

De esta manera, la metodología de auditorías de seguridad vial, se debe convertir en una actividad clave de las nuevas políticas preventivas de seguridad vial en nuestro país, la cual se aplica ya con éxito en numerosos países del mundo como el Reino Unido, que fue el precursor de la idea a principios de la década de los 90, uniéndose a ellos posteriormente Australia, Nueva Zelanda, Suecia, Dinamarca, Alemania, Holanda, Canadá, Estados Unidos, Chile, entre otros.

Si bien es cierto, la inclusión de la aplicación de auditorías en los planes de seguridad vial constituye un paso muy importante con vistas a la introducción de las políticas más innovadoras en materia de seguridad vial en nuestras redes de carreteras, es necesario también establecer las bases para la formación de profesionales en la materia, de manera que se respalde esta iniciativa y se pueda llevar a cabo con las máximas garantías de éxito.

La implementación eficaz de esta metodología preventiva en nuestro país representaría, no solo un gran avance en materia vial, sino que vendría a cubrir una gran deuda con sus habitantes, debido a la creciente accidentalidad en las carreteras, de la cual el Gobierno es uno de los responsables directos, ya que de los tres factores ligados a la accidentalidad, uno es de su competencia absoluta: infraestructura, siendo variables importantes en ella el control del tráfico, el control preventivo del estado de los vehículos y la provisión de infraestructura adecuada para la seguridad de los conductores, de los peatones y de los ciclistas; las cuales han presentado a lo largo de los años grandes debilidades e incluso graves omisiones, que las han convertido en tareas urgentes e

ineludibles que las autoridades de Costa Rica deben emprender con la mayor urgencia para reducir los riesgos de accidentes en las vías públicas para todos sus usuarios.

La Autopista Florencio del Castillo es una de las vías primarias de nuestro país en la cual se conjugan una serie de tránsitos, tanto de vehículos livianos como pesados, así como un importante flujo de peatones, además de que se presenta una cantidad considerable de ciclistas, a pesar de no estar permitida su presencia; por lo tanto, al analizar la infraestructura no puede obviarse ninguno de ellos; sin embargo, es más que evidente que en nuestro país se ha excluido a estos últimos (peatones y ciclistas) al realizar el diseño de proyectos viales, dándole un peso mayor a espacios más amplios para tránsito de vehículos y disminuyendo, e incluso, eliminando las facilidades peatonales (aceras, puentes peatonales, etc.) y las ciclovías.

Existen países europeos como Holanda y Dinamarca, en donde la planificación ha priorizado su desarrollo en base a medios de transportes alternativos dentro de las zonas urbanas, de una manera segura, disminuyendo la cantidad de viajes realizados por modos motorizados. En Latinoamérica, se tienen también países con una política de desarrollo urbano enfocado hacia el peatón, tales como Colombia y Brasil.

Además, nuestra red vial está cada día más congestionada; el costo de realizar un viaje en ella aumenta progresivamente y más aún si es en un vehículo propio. Según datos elaborados por la Asociación de Deportistas Contra la Violencia Vial y el Irrespeto (ACONVIVIR), actualmente se estima que los viajes en bicicleta inferiores a 7 km rondan el 2% del total de los viajes realizados en la Gran Área Metropolitana, y los viajes a pie rondan el 24% del total de todos los viajes realizados (Informe de ASECONSEVI, 2008).

Algunos factores que aumentan la ocurrencia de accidentes son:

- Altos porcentajes de tránsito pesado.
- Carreteras de alto flujo que atraviesan las poblaciones.
- Las características geométricas.
- Pobre visibilidad vertical y horizontal.
- Ausencia de espaldones.
- Deficiencias o ausencia de dispositivos de control de tránsito al margen de la vía.
- Imposibilidad de rebasar vehículos lentos (y ciclistas).
- Conductores ebrios, cansados, jóvenes e inexpertos.

- Distracciones para los conductores.

Por otro lado, en cuanto a costos económicos, según datos del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) en el informe de ASECONSEVI, se estima que los accidentes de tránsito tienen un costo del 1% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional y la recuperación por cada herido, en promedio, tiene un costo de más de 20 millones de colones (finales del 2001).

A partir del archivo de infracciones del Consejo de Seguridad Vial (COSEVI), se establecen las estadísticas con las que se cuentan, en el cual se encuentran una cantidad de accidentes donde se involucran ciclistas, sin embargo, en ocasiones los accidentes con ciclistas son apuntados por los oficiales de tránsito como accidente con peatón y lo mismo sucede al contrario, y también en muchas ocasiones estos accidentes pasan desapercibidos porque no se tramitan o el oficial de tránsito nunca llega a la escena del mismo.

Se define una auditoría de seguridad vial en carreteras en servicio como "aquel procedimiento sistemático en el que un profesional calificado e independiente comprueba las condiciones de la vía, analizando todos los aspectos de la misma y su entorno que puedan intervenir en la seguridad de los usuarios, no sólo motorizados, sino también otros usuarios vulnerables como ciclistas o peatones" (G. Borragán. 2006. Introducción a las Auditorías de Seguridad Vial. Capítulo II. P 14).

No se ha de caer en la confusión de que una auditoría de seguridad es una simple evaluación de un proyecto realizado, ni un rediseño de la zona en la que se ejecuta, ni tampoco es una comprobación del cumplimiento de la normativa, sino más bien es un medio que permite determinar los puntos deficientes en los tramos del proyecto y los modos en que se pueden implementar para así convertir ese proyecto en uno que brinde todos los requisitos que desde el momento de su concepción, debieron formar parte primordial de él.

La razón de la existencia de las auditorías de seguridad vial es la de reducir las posibilidades de que se puedan producir accidentes; y si los hubiera, ser capaces de reducir su gravedad. Sin embargo, se debe tener presente que para los casos en que las carreteras fueron diseñadas con muchos años de anterioridad a la época actual, puede significar normativas distintas a las vigentes en el presente, que podría implicar mayor

permisividad y reducción de parámetros de seguridad con respecto a los que se encuentran en vigencia actualmente, además de que los programas de mantenimiento de la vía no eran en el pasado, e incluso ahora, tan completos ni ejecutados como deberían ser. La auditoría se encargaría, entonces, de identificar estas posibles deficiencias mediante un equipo de profesionales y un estudio previo.

Existen dos tipos de Auditorías: las Auditorías en Seguridad Vial (RSA por sus siglas en inglés) y la Revisión de Auditorías en Seguridad Vial (RSAR por sus siglas en inglés). La diferencia entre los dos tipos de Auditorías es que la primera se realiza en proyectos nuevos, durante cualquier etapa del proyecto, y la segunda se realiza en proyectos existentes que ya han sido abiertos a los usuarios de dichas facilidades.

Para aplicar la metodología de Auditoría en una carretera existente, que es la situación que se desarrollará en este trabajo, se seleccionó un tramo de la carretera nacional 2 desde Hacienda Vieja en Curridabat (en el kilómetro 3), hasta la intersección de Taras con La Lima (Ruta N°236) en el kilómetro 21. La figura 1.3 presenta la localización de la zona de estudio.

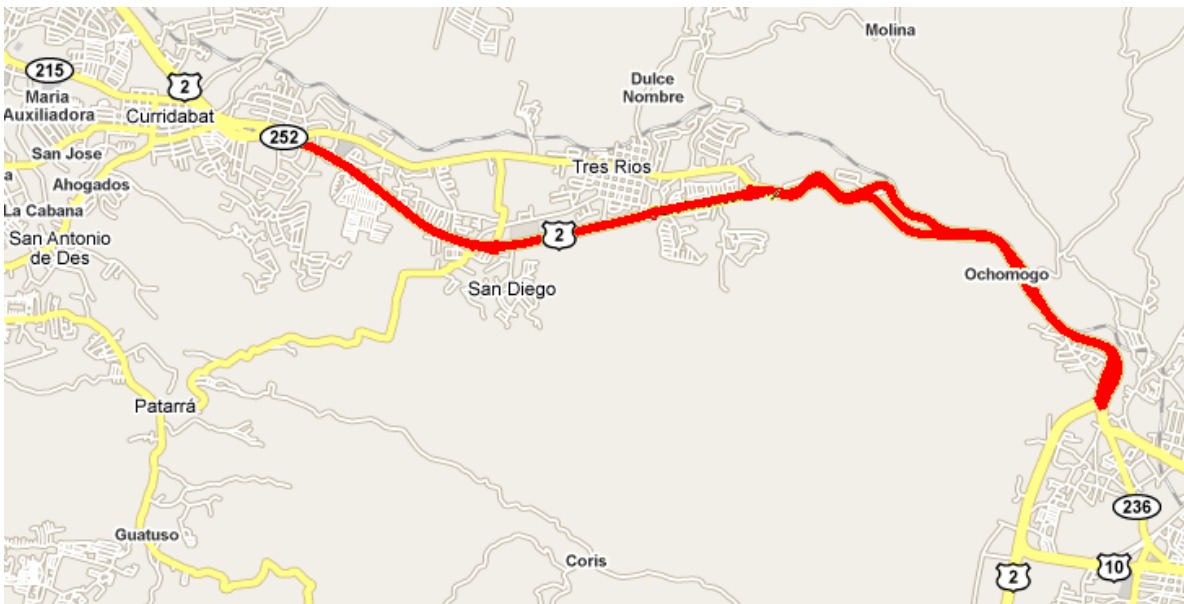


Figura 1.1 Localización de la zona en estudio.

Fuente. Mapas Google.

1.4 Objetivos.

Los objetivos generales son:

1. Comprobar las distintas condiciones de la Autopista Florencio del Castillo, analizando todos los aspectos de la misma y su entorno, que puedan intervenir en la seguridad de los usuarios, no sólo motorizados, sino también otros usuarios vulnerables como ciclistas o peatones, todo esto con el fin último de estudiar si la vía opera en las máximas condiciones de seguridad para así minimizar las situaciones de riesgo.
2. Llevar a cabo una validación del "Manual para el análisis de la seguridad vial en los márgenes de carreteras y la disposición de sistemas de contención vial de Costa Rica", mediante los criterios técnicos establecidos en él.

Los siguientes objetivos específicos están establecidos con el fin de alcanzar el objetivo principal propuesto en este trabajo:

- Listar los elementos que representan un peligro potencial y que se encuentran de manera consistente a lo largo de la ruta.
- Recopilar información necesaria relativa al entorno donde se localiza la obra. Esto comprende desde la obtención de estudios climatológicos de la zona hasta informes de seguridad y de accidentalidad que se hayan podido realizar con anterioridad.
- Evaluar la documentación obtenida comparándola con la observada en campo y así determinar las zonas más conflictivas en el ámbito de seguridad.
- Utilizar guías de implantación del proceso de auditoría, que puedan ser usadas para cualquier tipo de carretera y por un equipo de trabajo con un entrenamiento básico en seguridad vial.
- Analizar la autopista por tramos y evaluar los dispositivos de seguridad instalados en la carretera, así como los distintos componentes de la lista de chequeo proporcionada por el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) y las obtenidas de la literatura referente al tema.

- Llevar a cabo inspecciones de la vía tanto de día como de noche, intentando que estas operaciones representen al volumen del tráfico habitual y más conflictivo en la zona, poniendo especial atención en las zonas de conexión con otras vías y estudiarlas tanto a nivel de infraestructura como a nivel de usuarios prestando atención a los usuarios más vulnerables como peatones y ciclistas.
- Utilizar material fotográfico que ilustre los puntos de deficiencia en seguridad encontrados en la autopista.
- Elaborar un informe de auditoría en el cual se incluyan las conclusiones del auditor y sus recomendaciones para solventar las deficiencias encontradas.
- Llevar a cabo un análisis de los descubrimientos realizados en la auditoría en cuanto a elementos al margen de la vía, mediante el "Manual para el análisis de la seguridad vial en los márgenes de carreteras y la disposición de sistemas de contención vial de Costa Rica".

1.5 Alcance del proyecto.

La realización de la auditoría permitirá detectar los problemas de seguridad vial que prevalecen en la infraestructura y en la operación de una de las rutas primarias de Costa Rica, así como resaltar el tema de la seguridad vial, de modo que se pueda ampliar la visión existente en la actualidad sobre las causas de los accidentes, para llevarlo a un nivel en el que se pueda relacionar de manera directa la infraestructura vial con la incidencia de accidentes.

Para ello, la autopista en estudio se separará en tramos, cuya longitud se establecerá siguiendo la subdivisión realizada por el Ingeniero Germán Valverde en la Auditoría del 2003, evaluando la información obtenida sobre accidentalidad de la zona y por medio de las visitas de campo.

Algunos aspectos que se deben tener presente para el desarrollo de este trabajo son que éste no representa un manual sobre cómo aplicar una auditoría, sino que es la puesta en práctica de una auditoría con base en metodologías extranjeras adaptadas a nuestra realidad vial.

Además de que no es el objetivo de este trabajo desarrollar una guía de las zonas donde ocurren mayor cantidad de accidentes, sino más bien un reporte de las deficiencias de infraestructura encontradas y las mejoras que se podrían implementar en ella, con el fin de reducir los accidentes y sus repercusiones. Por lo tanto, se trabajará con la información sobre los accidentes ocurridos en esta zona, pero no se emitirán sentencias sobre las zonas de más riesgos únicamente a partir de esta información, sino de la información recopilada mediante la observación y análisis de las características de la vía.

Al determinar las recomendaciones para solucionar las deficiencias identificadas en cuanto a los dispositivos de seguridad que podrían implementarse, pueden brindarse detalles técnicos, sin embargo, esto no implica que se realizarán diseños geométricos o estructurales de determinados dispositivos de seguridad.

Las listas de control utilizadas en las auditorías, proporcionan algunos aspectos a ser considerados, agrupados por área (alineamientos, intersecciones, superficie de rodamiento, ayudas visuales y otros) y sólo deben servir como una guía para la persona o equipo que la ejecuta, consultándose antes, durante, y después de la visita de campo.

Al llevar a cabo el trabajo de campo existe una limitante ocasionada por factores externos, debido a que es una zona en la que se presenta problemas de criminalidad, por lo que el trabajo de campo establecido para la noche deberá realizarse de manera limitada.

Es competencia del MOPT la realización de los estudios que incluyan análisis beneficio – costo para encontrar la solución técnica más apropiada en favor de todos los usuarios: peatones, ciclistas, conductores, autobuses, camiones, etc.

1.6 Beneficios esperados.

Se pretende que la auditoría desarrollada, pueda ser utilizada por las agencias gubernamentales como el MOPT, el CONAVI y el COSEVI, debido a que este trabajo permitirá identificar las deficiencias existentes en la infraestructura vial y la zona en la que se ubica, para que así dichas instituciones implementen las soluciones que ayuden a reducir la frecuencia, severidad y costos asociados a los choques, mediante la identificación de defectos o problemas de seguridad en la Autopista Florencio del Castillo.

En la actualidad los estudios de Auditorías que se realizan en las carreteras por los ingenieros del área de transportes, utilizan como base especificaciones y guías extranjeras. El resultado final de este proyecto de investigación, aplicación de auditoría y recomendaciones pretende estimular a las diferentes instituciones del Gobierno y municipales a evaluar la seguridad de las carreteras identificando deficiencias que deben ser reducidas. De esta manera, se promueve un uso efectivo de los fondos con los que cuenta cada institución.

De manera particular, los sistemas de contención lateral representan una necesidad intrínseca a los proyectos viales, debido a que la presencia de árboles, postes de servicios, cunetas, zonas con pendientes fuertes, entre otros, son inevitables y requieren de la colocación de éstos para evitar que los usuarios se salgan de la vía y sufran lesiones de mayor gravedad. Es por esto que la implementación de manuales que incluyan parámetros y criterios técnicos en los que se especifiquen los requisitos mínimos de dichos sistemas, son de vital importancia y se debe promover tanto su creación como su uso efectivo desde la etapa de diseño de un proyecto, independientemente de si es rural o urbano.

CAPÍTULO 2: TEORÍA DE LAS AUDITORÍAS EN SEGURIDAD VIAL

Este capítulo comprende información relacionada con el concepto de seguridad vial, el cual incluye: medición de la seguridad de las carreteras, auditorías en seguridad vial y su aplicación en diferentes partes del mundo, guías o listas de cotejo y procedimientos para evaluar la seguridad de las carreteras.

2.1 Medición de la seguridad en las carreteras.

Para determinar cómo se mide la seguridad en las carreteras, lo primero que se debe analizar son los factores que influyen en ella como son: la geometría de la vía, ancho de la vía, número y ancho de carriles, tipo de carretera, velocidad de diseño y tránsito promedio diario (TPD). Esta información se obtiene directamente de instituciones como el MOPT.

Las metodologías empleadas para este fin incluyen las auditorías de seguridad vial como una etapa en la que se establecen las necesidades existentes en esta área según las condiciones de la vía de un proyecto en su fase de planeación, o como un indicativo de las deficiencias existentes cuando la vía ya se encuentra en uso. A partir de la auditoría se pueden determinar los puntos o zonas con mayores deficiencias y posteriormente desarrollar las soluciones a implementar mediante el uso de manuales o guías en las que se detallan los requerimientos para diseño, disposición y colocación de los elementos a colocar.

Ahora bien, es posible entender las medidas de seguridad en términos de la frecuencia, severidad y tasas de accidentes, entre otros factores indicativos. Con la información obtenida se pueden determinar frecuencias de accidentes, promedio de accidentes por tramo y por intersección, horas de más alta accidentalidad, condiciones de la vía y clima de la zona al momento del percance, tipo de vehículo involucrado, etc; información que se encuentra ampliamente documentada por parte del COSEVI a partir de la información suministrada por los reportes de accidentes por parte de la Dirección General de la Policía de Tránsito.

Aunque esta información es sesgada, debido a que no se identifica con exactitud el kilómetro donde ha ocurrido un accidente, es de gran ayuda para determinar los llamados puntos negros en la vía y determinar las condiciones de la infraestructura en ese sector en particular y establecer así una relación entre el estado de la vía y la accidentalidad para establecer las medidas correctivas para mejorar la seguridad vial.

2.2 Factores que influyen en la seguridad de la vía.

La accidentalidad vial puede enfrentarse de muchas maneras, sin perder de vista los 3 factores principales que influyen en ello: la persona (como conductor y peatón), el vehículo y la infraestructura.

En los accidentes el común denominador ha sido, para las autoridades, de manera indiscutible, el factor humano, la cual privilegia su papel como causa de éstos tanto cuando se trata de un conductor, al cual le indican que con un poco de precaución se pudo haber evitado el accidente, así como al peatón que se le acusa de imprudencia al cruzar la vía de manera temeraria.

También es común que se reporte un accidente por fallas mecánicas del vehículo; y finalmente, pero de manera reducida, al generarse un conflicto vehicular ya sea que involucre pérdidas humanas o no, se relaciona dicha fatalidad con las condiciones de la vía en términos de infraestructura. Cada uno de estos tres elementos, por sí solos son, sin duda alguna, generadores de accidentes viales que podrían ir de leves a graves; sin embargo, en conjunto son altamente mortales.

Si se analiza el efecto de cada uno de ellos en combinación con el estado de la infraestructura será evidente el papel determinante de este último en el desenlace de un altercado vial, ya que en caso de cometerse una imprudencia al volante o sufrir una falla mecánica, si las condiciones de la vía son óptimas podrá existir un factor de seguridad que disminuirá el efecto del percance y podrá permitir que lo que pudo convertirse en un accidente mortal se reduzca a uno de gravedad e incluso leve.

El papel de las autoridades nacionales y locales no es tan preponderante dadas las actuales circunstancias y a pesar de que tienen la obligación de facilitar los medios para el control y la movilidad de los usuarios en las vías. El control del tránsito, el control

preventivo del estado de los vehículos y la provisión de infraestructura adecuada para la seguridad de los conductores y de los peatones son tareas urgentes e ineludibles que las autoridades de Costa Rica deben emprender con la mayor urgencia para reducir los riesgos de accidentes en las vías públicas.

2.3 Estudios de Auditorías en diferentes países.

Las Auditorías en Seguridad Vial han sido elaboradas en diferentes partes de mundo; a continuación se hace una breve reseña de los países donde se ha trabajado e implantado esta metodología.

2.3.1 Reino Unido

Las Auditorías de Seguridad Vial empezaron originalmente en el Reino Unido en el año 1980. Un grupo denominado Investigación de Accidentes y Prevención (AIP por sus siglas en inglés) fue organizado en respuesta a las exigencias de legislación sucesiva para el Departamento de Transporte del Reino Unido, para tomar medidas para reducir la posibilidad de accidentes sobre sus vías. Los equipos AIP, conformados en los consejos municipales, en su comienzo se enfocaron solamente en los problemas de accidentes en vías existentes y luego se comenzó a evaluar diseños para nuevas vías.

En 1990, el Instituto de Carreteras y Transporte del Reino Unido publicó las primeras Directrices para las Auditorías de Seguridad Vial. Estas directrices fueron revisadas y reevaluadas en 1996 con el propósito de llenar los vacíos existentes que se fueron descubriendo e implantando a medida que se desarrollaban las Auditorías.

El esquema de Auditoría establecido en el Reino Unido ha sido usado como un modelo en otros países para la formulación de directrices y planificación de algunas carreteras nacionales. Las Auditorías también se han hecho obligatorias en la planificación de carreteras nacionales en Dinamarca.

2.3.2 Australia y Nueva Zelanda

La introducción de Auditorías de Seguridad Vial en Australia y Nueva Zelanda en 1990 surgió de visitas de ingenieros de seguridad vial entre estos dos países y el Reino Unido. Las primeras directrices de Auditorías de Seguridad Vial fueron producidas en 1993 en Nueva Zelanda y en 1994 en Australia por Austroads, (Asociación de las Autoridades de Tránsito y de los Departamentos de Vías y Transporte de Australia y Nueva Zelanda).

En respuesta al aumento significativo de la experiencia y con el entendimiento de las Auditorías de Seguridad Vial en aquellos primeros años, las directrices de Austroads fueron revisadas en su totalidad y publicadas en 2002. A diferencia del Reino Unido, las Auditorías de Seguridad Vial fueron aplicadas desde un principio tanto a vías existentes como a diseños de nuevos proyectos en Australia y Nueva Zelanda. (Austroads, <http://www.austroroads.com.au> consulta realizada el 24 de octubre de 2008).

2.3.3 Estados Unidos

Las Auditorías de Seguridad Vial fueron presentadas en los Estados Unidos en 1996 como consecuencia de un viaje patrocinado por el departamento de transporte Federal Highway Administration (FHWA, por sus siglas en inglés) a Australia y Nueva Zelanda. FHWA contactó todos los Departamentos de Transportes de los Estados (DOT, por sus siglas en inglés) para identificar el interés de aplicar los conceptos de las auditorías en un estudio piloto. En 1997 se patrocinó un taller en la ciudad de San Luís, Missouri, para discutir el alcance de las actividades primordiales. Trece estados y dos administraciones locales participaron en este proyecto piloto marcando el principio de la práctica estadounidense.

En enero de 2007, FHWA publicó el reporte FHWA-SA-06-06 "Road Safety Audits Guidelines" con el propósito de suministrar a todas las agencias locales y gubernamentales unas guías primarias para desarrollar sus propias metodologías para Auditorías y las políticas y procedimientos para identificar las oportunidades de mejorar las Auditorías en su jurisdicción.

Estas guías se dividen en tres secciones principales. La sección A provee información general acerca de las Auditorías en Seguridad Vial, información de la forma de implementarse un programa de auditorías y los procesos a seguir.

La parte B describe los pasos de una auditoría y los diferentes tipos de auditorías; la parte C describe las herramientas que se deben utilizar para realizar una auditoría y cómo y cuándo se deben utilizar. (Wilson E., Lipinski M. Road Safety Audits A Synthesis of Highway Practice, NCHRP Synthesis 336. Transportation Research Board, Washington D.C. 2004).

2.3.4 Unión Europea

El Consejo Europeo de Seguridad en Transporte o European Transport Safety Council (ETSC, por sus siglas en inglés) es una organización internacional no gubernamental que fue formada en 1993 en respuesta al incremento de víctimas fatales en las carreteras europeas.

Anteponiéndose sobre intereses nacionales y sectoriales, el ETSC proporciona una fuente imparcial de consejos sobre asuntos de seguridad del transporte a la Comisión Europea, el Parlamento europeo y, donde cree conveniente o apropiado, a gobiernos nacionales y organizaciones preocupadas por la seguridad en todas partes de Europa.

El Consejo reúne a expertos de reputación internacional los cuales son miembros de una amplia gama de organizaciones nacionales e internacionales con intereses en seguridad del transporte y Parlamentarios de todos los partidos sobre su Consejo Principal para cambiar la experiencia y el conocimiento e identificar y promover contribuciones a base de investigación sobre seguridad en el transporte.

El alcance de las auditorías por lo general es limitado a un esquema individual de una vía, que puede ser aplicado a un nuevo proyecto o la modificación a una carretera existente. La base para la auditoría de seguridad es el uso de principios de seguridad al diseñar una nueva o una sección modificada de la vía para prevenir futuros accidentes o reducir su severidad en dicho sector. El procedimiento por lo general es realizado en una o todas las cinco etapas en realizar un esquema: estudio de viabilidad, diseño preliminar, diseño detallado, de pre-apertura y unos meses después de apertura. Un elemento esencial del proceso es que es realizado independientemente del equipo de diseño.

Debería ser emprendido por un equipo de expertos quienes tienen la experiencia y los conocimientos actualizados en la ingeniería de seguridad vial y en la investigación de accidentes.

2.3.5 Japón

Para solucionar el problema de los accidentes de tráfico en Japón, el Reino Unido instituyó la primera Auditoría de Seguridad Vial en el año de 2003. La diferencia principal entre este sistema y las prácticas tradicionales de auditorías es que un equipo de expertos externos realiza las evaluaciones de seguridad. Este sistema se ha extendido a muchos otros países.

En Japón, para reducir víctimas en accidentes de tránsito, hay una llamada general a la introducción de una nueva política de seguridad de tráfico similar a las Auditorías en Seguridad Vial. Sin embargo, ya que las recomendaciones de los interventores externos para las mejoras de diseño legalmente no tienen ningún compromiso, sería difícil para administradores de los sistemas viales de cumplir con tales recomendaciones, por lo cual las obligaciones de ejecutar dichas directrices se hace confusa. (Hisarawa M., Asano M., Saito K., Study on Designing and Introduction of a Road Safety Management a New Road Safety Policy, Civil Engineering Research Institute of Hokkaido, 2005).

2.3.6 Canadá

La Asociación de Transporte del Canadá o Transportation Association of Canada (TAC, por sus siglas en inglés) publicó una guía de auditorías. Estas guías presentan una revisión comprensiva del proceso de auditorías enfocado hacia las agencias gubernamentales, consultores y otros grupos interesados.

El fondo del asunto es que una auditoría es un proceso sistemático para comprobar la seguridad de proyectos de infraestructura vial, basados en la seguridad, principios de la ingeniería y evaluado desde la perspectiva de diferentes usuarios. Para la planificación y proyectos de diseño, las auditorías proporcionan una evaluación independiente del funcionamiento de la seguridad vial de un proyecto en intervalos predeterminados por especialistas en el campo.

Una auditoría no es, ni oportunidad de diseñar un proyecto, ni comprobación para la adhesión para diseñar directrices. El equipo del proyecto y el dueño del proyecto permanecen responsables del diseño. También, esto no sustituye otras estrategias de seguridad que las agencias ya usan. Una auditoría, tal y como es concebida en Canadá, debe ser vista como un instrumento adicional que puede ser usado para reducir la frecuencia y la severidad de choques.

2.3.7 México

Reducir la accidentalidad y sus consecuencias asociadas, ha sido la aplicación de medidas correctivas. Sin embargo, este tipo de medidas, desde el punto de vista de la seguridad vial, representan una solución a un problema manifiesto, causa de un número significativo de accidentes, lesionados y muertos.

En años recientes se ha buscado complementar la estrategia anterior, con un enfoque que, en vez de ser una solución a un problema manifiesto, contribuya a prevenirlo mediante un análisis de riesgos. Uno de los principales esfuerzos dirigidos a este fin ha sido el desarrollo e implantación de un proceso de auditorías de seguridad en carreteras.

La mayoría de los avances y aplicaciones se han generado en torno a los caminos en la etapa de operación, a través de un programa anual dirigido a identificar todos aquellos elementos que representen un riesgo potencial para la seguridad de los usuarios. Este tipo de auditorías son preventivas, en cuanto a corregir errores antes de que ocurran los accidentes. ("Auditorías de seguridad vial en carreteras en operación". Mendoza Díaz Alberto, Abarca Pérez Emilio y Rivera Guerra Federico Alberto).

2.3.8 Colombia

El esquema actual del proceso de planeación en materia de seguridad vial en Colombia, parte del análisis posterior a la ocurrencia del evento, denominado como planeación reactiva.

En la fase de diagnóstico se determinan las dimensiones de la problemática de accidentalidad; en la segunda fase se identifican los problemas, se priorizan y se fijan los objetivos definiendo las metas a alcanzar para reducir la accidentalidad y en la tercera fase se realiza el análisis de la problemática y se correlacionan los factores contribuyentes en búsqueda de alternativas de solución, las cuales se ponen en marcha mediante estrategias, programas y acciones concretas.

Las entidades encargadas de la seguridad vial en Colombia, dirigidas por el Ministerio de Transporte, son las directamente responsables de generar políticas congruentes con las necesidades actuales de calidad de vida de los usuarios de las vías, y de concertar los medios necesarios para que se implementen tales políticas, por lo cual la estructuración de las Auditorías de Seguridad Vial están a cargo de los diferentes entes gubernamentales desde la Presidencia de la República, ministerios, alcaldías, secretarías, autoridades de tránsito y demás entes relacionados y encargados de promover y llevar a cabo las estrategias y programas en seguridad vial. (Cifuentes Villamil William Yesid. "Parámetros Fundamentales para Establecer un Programa de Auditoría de Seguridad Vial en Colombia". 2001).

2.4 Las listas de control.

Las listas de control son la herramienta utilizada para realizar una Auditoría en Seguridad Vial. En una lista de control se evalúan todas las características, situaciones y posibles problemas que pueda presentar una carretera, en la orilla, en el carril y en la mediana de la misma; y cómo estas situaciones afectan el entorno y al conductor a la hora de desplazarse por el corredor vial.

Una lista de control contiene tópicos específicos en los cuales se puede corroborar una serie de preguntas de manera clara y concisa con las cuales se puede determinar el estado en que se encuentra el elemento a auditar (vallas, postes, pavimento, vegetación, señalización, geometría, etc.)

Es importante en el proceso de una auditoría utilizar listas de control, debido a que esta, como herramienta de trabajo, permite al auditor identificar problemas y/o situaciones posibles que se presenten en la carretera a auditar, al igual que la lista de

control trae un espacio en el cual el auditor puede hacer sugerencias para mejorar, de manera dinámica la lista misma.

La lista de control elaborada para el presente proyecto es el resultado de la adaptación de las diferentes listas desarrolladas en estudios previos en países que han implantado las auditorías para el caso de nuestro país y para el tipo de vía en estudio.

La lista de control se adaptó de las listas inicialmente elaboradas en Australia por Austroads (The National Association of Road Transport and Traffic Authorities in Australia), agregando preguntas que evalúan las condiciones locales como vegetación, lluvias, condiciones para la orilla de la carretera, vía de rodaje y mediana de la carretera. Como elementos adicionales se determina una prioridad a atender y un puntaje con el cual se penaliza la severidad de los dispositivos en la carretera.

Los aportes que se hacen en esta investigación en torno a las listas de control son los siguientes:

Información general de la carretera, que incluye los siguientes tópicos:

- Identificación de la carretera.
- Kilómetro donde se realiza la auditoría.
- Fecha de la auditoría.
- Las condiciones climáticas.
- Si la auditoría se realizó de día o de noche.
- La persona que realiza la auditoría.
- TPD de la carretera.
- Finalmente identificar si la carretera es rural o urbana.

2.5 Normativa utilizada.

El Manual "Roadside Design Guide" son las guías que se utilizan para evaluar los diferentes dispositivos instalados en la orilla y mediana de la carretera y la forma de proteger los mismos, para brindar seguridad en la carretera. (Roadside Design Guide. 3ª Edición. 2006, con actualización del Capítulo 6. American Association of State Highway and Transportation Officials).

Esta guía, así como el "Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito", fueron utilizadas en el desarrollo de todo el proyecto de investigación, para evaluar los dispositivos como barreras, vallas, vegetación, objetos fijos a la orilla de la carretera, zonas libres de obstáculos y en general, para realizar el ejemplo de la Auditoría en el tramo de carretera seleccionado para el desarrollo del presente proyecto de investigación.

Para llevar a cabo el análisis de los elementos al margen de la vía, se utilizó el documento elaborado por el Ingeniero Germán Valverde G, denominado Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras de Costa Rica (de ahora en adelante llamado Manual SCV), en su versión de borrador, con el fin de realizar una validación del mismo a nivel nacional, realizando el estudio en conjunto con entidades gubernamentales en el área de ingeniería en transportes como lo son la Dirección de Ingeniería de Tránsito (DGIT) y el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI).

CAPÍTULO 3: CRITERIOS PARA ANALIZAR LA SEGURIDAD VIAL EN LOS MÁRGENES DE LA CARRETERA

3.1 Antecedentes.

En la primera parte de este proyecto, se presenta la realización y análisis de las condiciones en las que se encuentra la Autopista Florencio del Castillo, en materia de seguridad vial; sin embargo, a la luz de las deficiencias expuestas y las recomendaciones dadas bajo el criterio técnico, no existen en nuestro país, guías o manuales orientados al diseño de las carreteras incorporando el elemento de seguridad en ellos.

Por esta razón, el Ingeniero Germán Valverde asignó a la estudiante Ruth Quesada Valverde, un proyecto de graduación que sirviera como punto de partida para desarrollar, posteriormente, una normativa adaptada a las condiciones viales, climatológicas, económicas y topográficas de nuestro país por medio de la revisión de normativas vigentes en Norteamérica, Europa y Australia. Una vez efectuado este trabajo, el Ingeniero Valverde desarrolló el Manual SCV, en el cual se utilizan los distintos criterios recopilados, pero los cuales están sujetos a un análisis, para determinar la necesidad de realizar modificaciones que permitan una mejor adaptación a la realidad de las condiciones del país.

Actualmente en Costa Rica, existen dos normativas desarrolladas por el MOPT con relación a los sistemas de contención lateral haciendo referencia a las barreras de acero denominadas vigas flexibles, dichos manuales son: "Normas y Diseños para la Construcción de Carreteras" y "Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes". Sin embargo, en ellos no se incluyen aspectos tan importantes como el diseño e instalación de estos elementos, así como otros detalles técnicos.

A partir del trabajo desarrollado por la Ingeniera Ruth Quesada Valverde se pueden destacar las siguientes conclusiones:

- Las distintas normativas consultadas en cuanto al dimensionamiento de la zona libre, presentan criterios variables; sin embargo, todos ellos recomiendan mantener una zona libre uniforme.
- Los obstáculos al margen de la vía como postes de servicio y árboles, debido a su gran rigidez y cantidad, son los que provocan mayor cantidad de fatalidades.
- Es deseable realizar ensayos de las barreras de contención vehicular para verificar su funcionamiento en la condición deseada.

Toda esta problemática expuesta, tanto en la auditoría como en la validación, ponen en evidencia la necesidad de crear manuales adaptados a nuestra realidad con el fin de salvaguardar la vida de los usuarios de todos los tipos y de todas las clases de carreteras existentes.

3.2 Criterios técnicos del Manual.

El Manual desarrollado por el Ingeniero Valverde, consiste en analizar la información contenida en los manuales internacionales y sustraer aquella que se adapte a la realidad del país y de esta manera elaborar tablas y cuadros con los distintos criterios técnicos para el diseño, disposición y colocación de los distintos elementos de contención vial en los márgenes de la vía.

Dichas tablas y cuadros forman parte del Manual en su etapa preliminar, y en el proceso de validación fueron utilizados por los distintos actores del proceso, con el fin de llegar a obtener los parámetros de diseño y corroborar el uso y aplicaciones de estas tablas y cuadros de modo que sean entendibles para los diseñadores. Sin embargo, para una mayor comprensión y profundidad en el tema, se recomienda referirse al proyecto de graduación "Revisión de los criterios propuestos para la disposición de los sistemas de contención vehicular en Costa Rica"

A continuación se muestran algunas de las tablas y descripciones de las mismas, que se utilizan para evaluar la información recopilada en campo, todas ellas tomadas de la versión preliminar del Manual SCV (en el anexo A se muestran de manera completa).

La primera parte de las tablas elaboradas, contienen la información general de la carretera analizada y comprende la información general como la ruta, sentido de

movimiento en estudio, tramo y punto, velocidades de diseño y operación de la vía, tránsito promedio diario (TPD) y tránsito promedio diario de pesados (TPDp), porcentaje de pesados, número y ancho de carriles, ancho de la mediana y espaldón (si existen) y radio de curvatura. Con esta información se inicia el estudio de la carretera y posteriormente estos datos se utilizarán para cálculos posteriores:

Para establecer el nivel de contención requerida a partir de datos de TPD y de los obstáculos presentes en el tramo en cuestión, se incluyó inicialmente una tabla en el trabajo de graduación de Ruth Quesada V., donde se relaciona el tipo o gravedad del accidente con la velocidad de diseño de la vía y el TPD para obtener el nivel de contención requerido (SCV) para las condiciones de la carretera:

Tabla 3.1 Nivel de contención de la barrera de seguridad (versión del proyecto de graduación).

| Accidente | Velocidad | TPD | TPDp | SCV |
|---------------------|-----------|-------|--------------|---------------|
| Muy Grave | >60 | >2000 | >2000 | H4, TL5, TL6 |
| Muy Grave | >60 | >2000 | <2000 | H3 |
| Muy Grave | >60 | >2000 | - | H2* |
| Muy Grave | >60 | <2000 | - | H1, TL3, TL4* |
| Grave para terceros | 80-100 | >2000 | >2000 | H4, TL5, TL6 |
| Grave para terceros | 80-100 | >2000 | 500<TPD<2000 | H3 |
| Grave para terceros | 80-100 | >2000 | <500 | H2 |
| Grave para terceros | 80-100 | <2000 | - | H1, TL3, TL4 |
| Grave para terceros | 60-80 | >2000 | >500 | H1, TL3, TL4 |
| Grave para terceros | 60-80 | >2000 | <500 | N2, TL2 |
| Grave para terceros | 60-80 | <2000 | - | N2, TL2 |
| Grave | 80-100 | - | >2000 | H3 |
| Grave | 80-100 | - | <2000 | H2 |
| Grave | 60-80 | - | >2000 | H1, TL3, TL4 |
| Grave | 60-80 | - | <2000 | N2, TL2 |
| Normal | 80-100 | - | >500 | H1, TL3, TL4 |
| Normal | 80-100 | - | <500 | H1, TL3, TL5 |
| Normal | 60-80 | - | - | N2, TL2 |

Sin embargo, al procesar la información recopilada en campo, y aplicar el criterio de la tabla 3.1, el Ing. Valverde identificó inconsistencias entre el nivel de contención obtenido y el que realmente se requería, esto con base en su criterio profesional y conocimiento sobre los niveles de contención implementados en países con mayor desarrollo en la ingeniería de transportes, en donde, para condiciones similares, los niveles de contención eran más altos para nuestro país.

Por esta razón, como resultado del proceso de validación el Ing. Valverde realizó una modificación en los niveles de contención de la tabla 3.1, de manera que los resultados serán coherentes con la necesidad existente y con los parámetros internacionales.

Tabla 3.2 Nivel de contención de la barrera de seguridad (versión del Manual SCV).

| Accidente | Velocidad | TPD | TPDp | SCV |
|---------------------|-----------|-------|--------------|---------------|
| Muy grave | >60 | >2000 | >2000 | H4b, TL5, TL6 |
| Muy grave | >60 | >2000 | 500<TPD<2000 | H3 |
| Muy grave | >60 | >2000 | <500 | H2 |
| Muy grave | >60 | <2000 | - | H1, TL3, TL4 |
| Grave para terceros | 80-100 | >2000 | >2000 | H4b, TL5, TL6 |
| Grave para terceros | 80-100 | >2000 | <2000 | H3 |
| Grave para terceros | 80-100 | >2000 | >500 | H2 |
| Grave para terceros | 80-100 | <2000 | <500 | H1, TL3, TL4 |
| Grave para terceros | 60-80 | >2000 | >500 | H2 |
| Grave para terceros | 60-80 | >2000 | <500 | H1, TL3, TL4 |
| Grave para terceros | 60-80 | <2000 | - | N2, TL2 |
| Grave | 80-100 | - | >2000 | H3 |
| Grave | 80-100 | - | <2000 | H2 |
| Grave | 60-80 | - | >2000 | H1, TL3, TL4 |
| Grave | 60-80 | - | <2000 | N2, TL2 |
| Normal | 80-100 | - | >500 | H1, TL3, TL4 |
| Normal | 80-100 | - | <500 | N2, TL2 |
| Normal | 60-80 | - | - | N2, TL2 |

TPD : Tránsito Promedio Diario (por sentido)

TPDp : Tránsito Promedio Diario de vehículos pesados (por sentido)

Como base para llevar a cabo la clasificación de la gravedad del accidente, se deben revisar los criterios contenidos en la siguiente tabla:

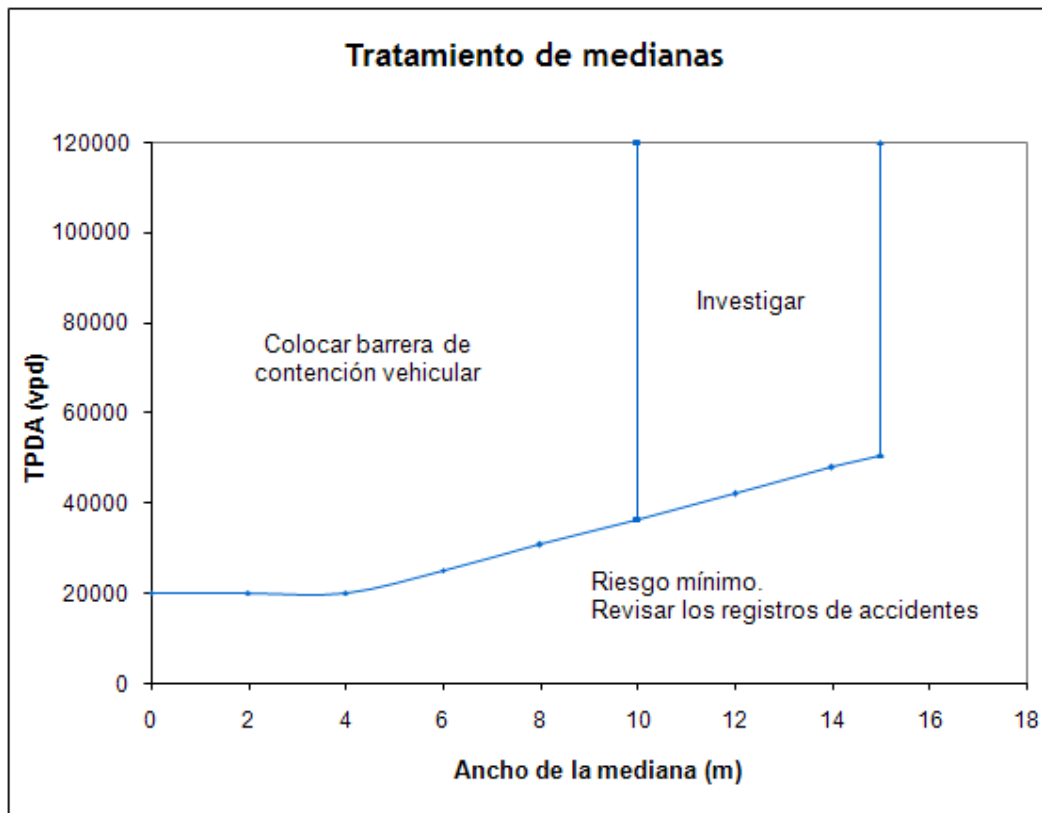
Tabla 3.3 Clasificación según tipo de obstáculo.

| |
|--|
| ACCIDENTE MUY GRAVE |
| Caídas por precipicios. |
| Caídas desde la plataforma de un puente u otra estructura similar. |
| Colisiones con estructuras a nivel inferior, donde se preste un servicio o se almacenen mercancías peligrosas. |
| Nudos e intersecciones complejas. |
| ACCIDENTE GRAVE PARA TERCEROS |
| Invasión de otras vías paralelas (líneas férreas, carreteras, ciclovías). |
| Irrupción en zonas donde se localizan terceros vulnerables (parques recreativos por ejemplo). |
| Choque con elementos que puedan producir la caída de objetos de gran masa sobre la plataforma de la vía o puente. |
| ACCIDENTE GRAVE |
| Caídas en masas de agua. |
| Choque con pilares de puentes o entradas a túneles. |
| Colisiones con laderas rocosas. |
| ACCIDENTE NORMAL |
| Choque con elementos como: |
| Árboles. |
| Postes y soportes de luminarias, señales, rótulos y vallas. |
| Muros, paredes, muros de retención, muros de suelo reforzado, muros de tierra armada, tablestacas, pantallas antirruído. |
| Estructuras del sistema de drenaje. |
| Cunetas o canales de sección no traspasable. |
| Taludes transversales. |
| Vuelco (paso por taludes paralelos no traspasables). |

Dentro del Manual SCV, se encuentran contempladas tablas y cuadros para el tratamiento de la medianera, debido a que los parámetros para medir la necesidad de colocar dispositivos de contención en ella, son distintos a los que se utilizan para evaluar el margen de la vía, por lo tanto se debe considerar los siguientes criterios:

- En las siguientes condiciones debe considerarse instalar un sistema de contención vehicular en la mediana de la carretera:
 - Objetos rígidos en la mediana (soportes de señales, postes y pilares de puentes son los obstáculos que se encuentran más frecuentemente en las medianas).
 - Taludes o secciones no traspasables.
 - Un análisis de riesgo o los criterios vigentes indican que existe una alta probabilidad de que los vehículos crucen la mediana y sufran una colisión frontal con otros vehículos que circulan en sentido contrario (Revisar el Gráfico 3.1).
 - El registro de accidentes demuestra que es una zona peligrosa.

Gráfico 3.1 Relación del TPDA y el ancho de la mediana para determinar la necesidad de colocar la barrera de contención.



A partir de los resultados obtenidos del gráfico 3.1 se tiene que:

- Si se indica que el riesgo es mínimo, la colocación de la barrera de seguridad es opcional, sin embargo, el diseño de la vía debe facilitar la instalación de la barrera en un futuro, si el volumen de tránsito se incrementa significativamente o se presenta una alta tasa de accidentalidad.
- Si se requiere realizar una investigación, se debe hacer un análisis de C/B o una evaluación del riesgo de accidentes, que considere factores como los volúmenes de tráfico, composición de la flota vehicular, historial de accidentes, configuración de la mediana (el terreno) y el alineamiento horizontal y vertical
- Los objetos rígidos ubicados en las medianas de las carreteras se tratan según las disposiciones establecidas para este tipo de obstáculos.

Una vez que se ha establecido la necesidad de colocar un dispositivo de contención lateral, lo que sigue es determinar el nivel requerido para las condiciones de la vía en estudio, por lo tanto se cuenta con un criterio que relaciona la velocidad de la vía con el nivel de contención necesario:

Tabla 3.4 Criterios para seleccionar el nivel de contención de las barreras en las medianas.

| Velocidad de diseño (Km/h) | Nivel de contención |
|----------------------------|----------------------|
| <60 | H1, TL3, TL4 |
| >60 | H2, H3, H4, TL5, TL6 |

Un parámetro que se incluye en cuanto a la disposición de los dispositivos de contención es la distancia de preocupación, la cual se define como "la distancia transversal desde el borde de la vía, a partir de la cual un objeto ubicado al margen de la carretera no es percibido como un obstáculo que induciría al conductor a reducir la velocidad o cambiar la posición del vehículo en la calzada".

La tabla muestra valores establecidos según la velocidad de operación de la vía:

Tabla 3.5 Distancias de preocupación.

| Velocidad (Km/h) | Distancia de preocupación (m) |
|------------------|-------------------------------|
| 50 | 1,1 |
| 60 | 1,4 |
| 70 | 1,7 |
| 80 | 2,0 |
| 90 | 2,2 |
| 100 | 2,4 |
| 110 | 2,8 |

También existen criterios para la disposición de barreras de seguridad con respecto a la distancia entre ellas y el borde de la vía (L2 máx.), en la que se relaciona la velocidad de diseño con el número de carriles por sentido:

Tabla 3.6 Distancia transversal máxima entre el borde de la vía y una barrera de seguridad.

| Velocidad diseño (Km/h) | Distancia máxima (m) | | |
|-------------------------------|--------------------------------|------|------|
| | Número de carriles por sentido | | |
| | 1 | 2 | 3 |
| 50 | 2,5 | 0,5 | 0,5 |
| 60 | 2,5 | 0,5 | 0,5 |
| 70 | 6,0 | 2,5 | 0,5 |
| 80 | 6,0 | 2,5 | 0,5 |
| 90 | 11,0 | 7,5 | 4,0 |
| 100 | 11,0 | 7,5 | 4,0 |
| 110 | 16,5 | 13,0 | 10,0 |

Hay dos casos que se analizan en esta parte de los criterios, y se refiere a la presencia de un objeto rígido que sobresale del terreno y el de un talud no traspasable, cuerpo de agua u obstáculos que no sobresalen del terreno, con relación a las distancia transversal mínima entre el borde de la vía y la barrera de seguridad. Para ello, se recopilan una serie de valores en la tabla 3.7 y por lo tanto se debe considerar para la disposición de la barrera:

Tabla 3.7 Disposición lateral de la barrera de seguridad.

| PARÁMETRO | DESCRIPCIÓN |
|-----------|--|
| DP | Distancia de preocupación obtenida de tabla 3.9 (m) |
| L2 máx. | Distancia transversal máxima entre el borde de la vía y una barrera de seguridad, obtenida de tabla 3.10 (m) |
| E | Ancho del espaldón (m) |
| L3 | Distancia transversal desde el borde de la vía hasta el obstáculo o zona peligrosa (m) |
| L2 mín | Distancia transversal mínima desde el borde de la vía a la que se puede colocar la barrera de seguridad (m) |
| L2 | Distancia transversal desde el borde de la vía hasta la sección de la barrera de seguridad paralela a la vía |
| E-L2 | Espacio disponible para la deformación de la barrera de seguridad (m) |

Para determinar la distancia transversal mínima, se sigue un criterio que establece que dicha distancia corresponde a 0.5 m, pero cuando el ancho del espaldón es mayor o igual a ese valor, entonces la distancia mínima será igual al ancho del espaldón, en caso contrario se debe mantener un alejamiento de 0.5 m como mínimo.

En cuanto a la distancia L2 se debe seguir el criterio que establece que dicha distancia debe estar limitada por un valor al menos igual a L2 mín en su extremo inferior y por un valor inferior a L2 máx en su extremo superior; esto debido a que si es menor a L2 mín indica que la barrera se ha colocado muy cerca de borde de la vía; y si es mayor a L2 máx implica que la barrera se ubica más allá de la distancia máxima recomendada desde el borde de la vía.

Con base en el espacio disponible, se verifica si el sistema de contención escogido para ser colocado, cuenta con un espacio suficiente para la deflexión que sufriría en caso de ser impactado:

Tabla 3.8 Resultado del sistema elegido y la distancia disponible y la necesaria.

| | |
|--|---|
| Designación del sistema de contención: | |
| D | Deflexión de la barrera de seguridad (m) |
| W | Ancho de trabajo de la barrera de seguridad (m) |
| | ¿Hay espacio suficiente disponible para la deformación del sistema? |

Donde:

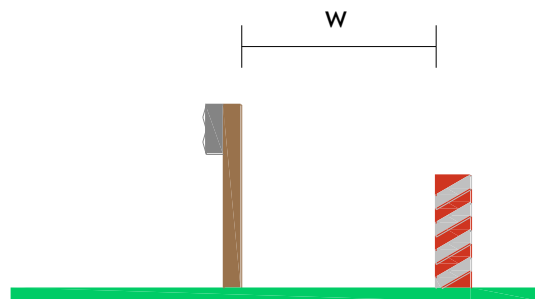


Figura 3.1 Distancia de trabajo de la barrera de seguridad para el caso de un obstáculo que sobresale del terreno.

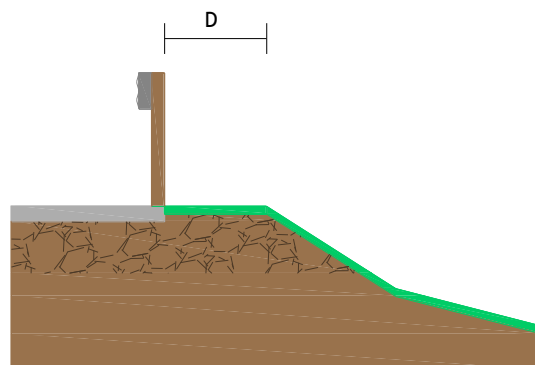


Figura 3.2 Distancia de trabajo de la barrera de seguridad para el caso de un obstáculo que no sobresale del terreno.

Un aspecto de gran importancia se refiere a la deflexión que presenta cada sistema de contención, ya que se requiere de un espacio suficiente entre el borde de la vía y la barrera y entre el obstáculo y la barrera para que el sistema colocado pueda cumplir con su función de absorber el impacto y deflectarse, sin sufrir interrupción o desprenderse causando graves consecuencias. Por lo tanto, una vez calculada la zona disponible o alejamiento respecto al borde y al obstáculo, se debe definir el tipo de sistema a partir de la deflexión:

Tabla 3.9 Rangos de deflexión en las barreras de seguridad.

| Clasificación | Deflexión (m) | Ejemplos |
|---------------|---------------|-------------------------------|
| Flexible | 2,0-3,5 | Barreras de cables |
| Semi-rígido | 0,6-2,0 | Barreras de viga triple onda |
| Rígido | 0-0,6 | Barreras de concreto ancladas |

La razón de esviaje (b/a) es el siguiente parámetro a determinar, el cual se define como "la inclinación o ángulo que se forma entre la superficie de la barrera con respecto al frente de la misma", efectuándose una relación entre ella con la velocidad de diseño de la vía y el sistema de contención elegido según la tabla 3.13:

Tabla 3.10 Razón de esviaje de la barrera (b/a) según la velocidad de diseño de la vía y del sistema a colocar.

| Velocidad diseño (Km/h) | Barreras colocadas antes de la línea de preocupación | Barreras colocadas mas allá de la línea de preocupación | |
|-------------------------|--|---|-----------------------------------|
| | Cualquier tipo de sistema | Sistemas rígidos | Sistemas flexibles y semi-rígidos |
| 50 | 1/13 | 1/8 | 1/7 |
| 60 | 1/16 | 1/10 | 1/8 |
| 70 | 1/18 | 1/12 | 1/10 |
| 80 | 1/21 | 1/14 | 1/11 |
| 90 | 1/24 | 1/16 | 1/12 |
| 100 | 1/26 | 1/18 | 1/14 |
| 110 | 1/30 | 1/20 | 1/15 |

Para determinar la longitud necesaria de la barrera, primero se debe encontrar la distancia teórica que recorre un vehículo que se sale, fuera de control, de la vía, antes de detenerse (LR). Dicho valor se encuentra mediante un criterio técnico que relaciona la velocidad de diseño con el TPDA:

Tabla 3.11 Distancia LR (sección de barreras aguas arriba).

| Velocidad diseño Km/h | LR para cada rango de TPDA | | | |
|--------------------------|----------------------------|-----------|----------|------|
| | >6000 | 2000-6000 | 800-2000 | <800 |
| 50 | 50 | 50 | 45 | 40 |
| 60 | 70 | 60 | 55 | 50 |
| 70 | 80 | 75 | 65 | 60 |
| 80 | 100 | 90 | 80 | 75 |
| 90 | 110 | 105 | 95 | 85 |
| 100 | 130 | 120 | 105 | 100 |
| 110 | 145 | 135 | 120 | 110 |

Seguidamente, se debe obtener los valores de la zona libre mínima necesaria (ZLMN), la cual se obtiene mediante directamente de la relación entre la velocidad de diseño, la pendiente que presenta dicha zona y el TPDA:

Tabla 3.12 Determinación de la zona libre mínima necesaria.

| Velocidad | Pendiente negativa | | | Pendiente positiva | | |
|-----------|-----------------------|------------|--------|--------------------|------------|--------|
| diseño | TPDA (ambos sentidos) | | | | | |
| Km/h | <2000 | 2000-10000 | >10000 | <2000 | 2000-10000 | >10000 |
| 40 | 3,5 | 4,5 | 4,5 | 3,5 | 4,5 | 4,5 |
| 45 | 3,5 | 4,5 | 4,5 | 3,5 | 4,5 | 4,5 |
| 50 | 3,5 | 4,5 | 4,5 | 3,5 | 4,5 | 4,5 |
| 55 | 3,5 | 4,5 | 4,5 | 3,5 | 4,5 | 4,5 |
| 60 | 5,0 | 5,0 | 6,0 | 5,0 | 5,0 | 5,5 |
| 65 | 5,0 | 5,0 | 6,0 | 5,0 | 5,0 | 5,5 |
| 70 | 5,0 | 5,0 | 6,0 | 5,0 | 5,0 | 5,5 |
| 75 | 5,0 | 5,0 | 6,0 | 5,0 | 5,0 | 5,5 |
| 80 | 6,5 | 7,5 | 8,0 | 5,0 | 5,5 | 6,0 |
| 85 | 6,5 | 7,5 | 8,0 | 5,0 | 5,5 | 6,0 |
| 90 | 6,5 | 7,5 | 8,0 | 5,0 | 5,5 | 6,0 |
| 95 | 6,5 | 7,5 | 8,0 | 5,0 | 5,5 | 6,0 |
| 100 | 6,5 | 7,5 | 8,0 | 5,0 | 5,5 | 6,0 |

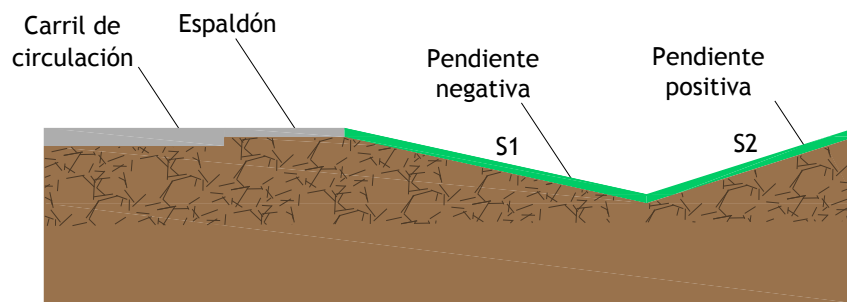


Figura 3.3 Clasificación de la pendiente en positiva o negativa.

La zona libre disponible se obtiene mediante el criterio que indica que si la relación b/a , correspondiente a: $\tan(1/\text{pendiente})$ convertido a radianes, es menor a la recomendada por el manual, es decir $1/3$, entonces se mantiene como valor de zona libre disponible, la longitud que exista hasta el obstáculo, de lo contrario el valor es cero. Se debe aclarar que en esta parte, en muchas ocasiones, la zona libre presenta distintas pendientes, por lo tanto, el valor de la ZLD es igual a la sumatoria de los valores individuales cuya obtención se explicó anteriormente en este párrafo.

El caso de la zona libre necesaria es la misma, solamente que se compara contra valores de $1/3$, $1/4$ y $1/6$ (según recomendación del manual).

Esto aplica, no solamente para zonas libres que preceden a un obstáculo, sino también para las que se encuentran seguidas de canales trapezoidales y triangulares, con la salvedad de que a estos últimos se les aplica el criterio de si son o no traspasables y se define, mediante el uso de unos gráficos, las dimensiones de la sección recomendada:

Gráfico 3.2 Determinación de la relación $V1:H1$ para canales triangulares (versión del proyecto de graduación).

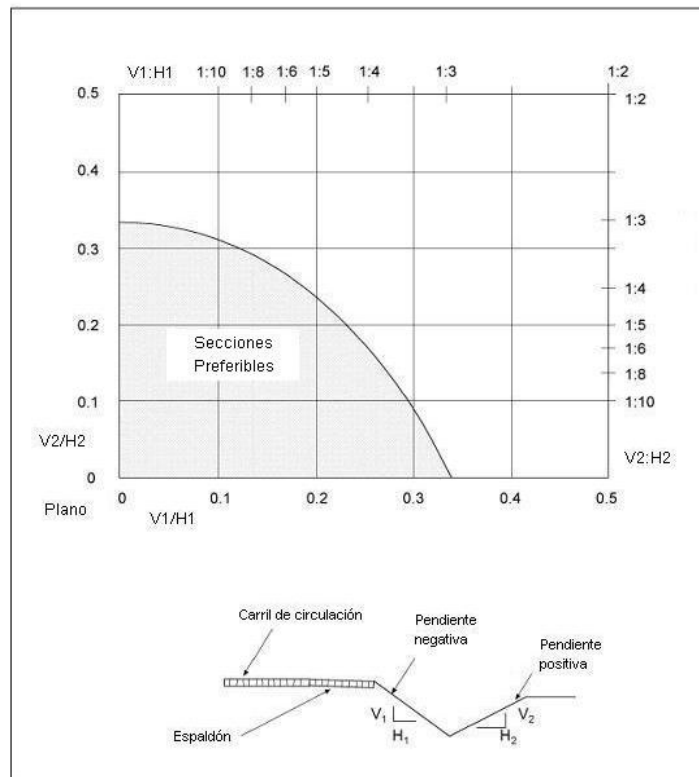
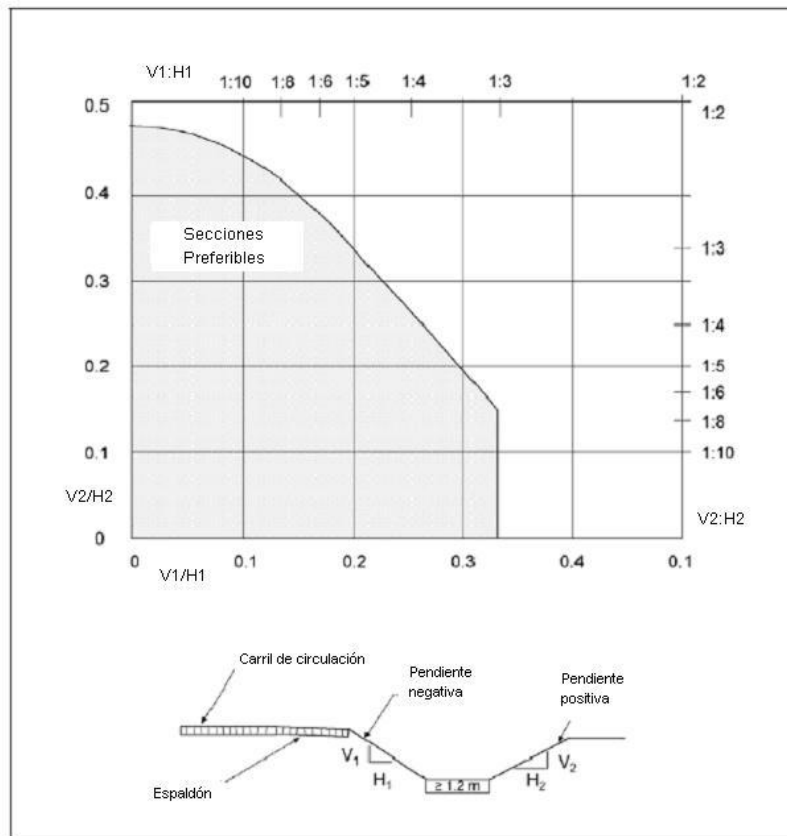


Gráfico 3.3 Determinación de la relación V1:H1 para canales trapezoidales (versión del proyecto de graduación).



Los gráficos anteriores corresponden al resultado de la investigación de la Ing. Quesada; sin embargo, producto del proceso de validación, el Ing. Valverde identificó algunas inconsistencias en lo relativo a los criterios de las pendientes máximas, a partir de los cuales se estaba obteniendo, que la totalidad de las cunetas existentes al margen de la vía, requerían intervención para efectuar una corrección y generar una sección traspasable, aún cuando el criterio profesional indicaba que la sección existente era traspasable.

Por este motivo, el Ing. Valverde efectuó un ajuste a los gráficos anteriores, con el fin de incluir, no solo los criterios internacionales, sino las características propias de nuestro país y su criterio profesional. Si se comparan los gráficos del trabajo de graduación con los del Manual SCV, se puede observar que éstos son consistentes con los

criterios establecidos para pendientes de taludes, pero se adicionó la zona considerada como "aceptable".

Gráfico 3.4 Determinación de la relación V1:H1 para canales triangulares (versión del borrador del Manual SCV).

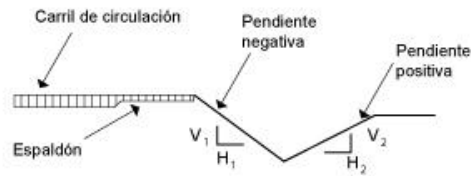
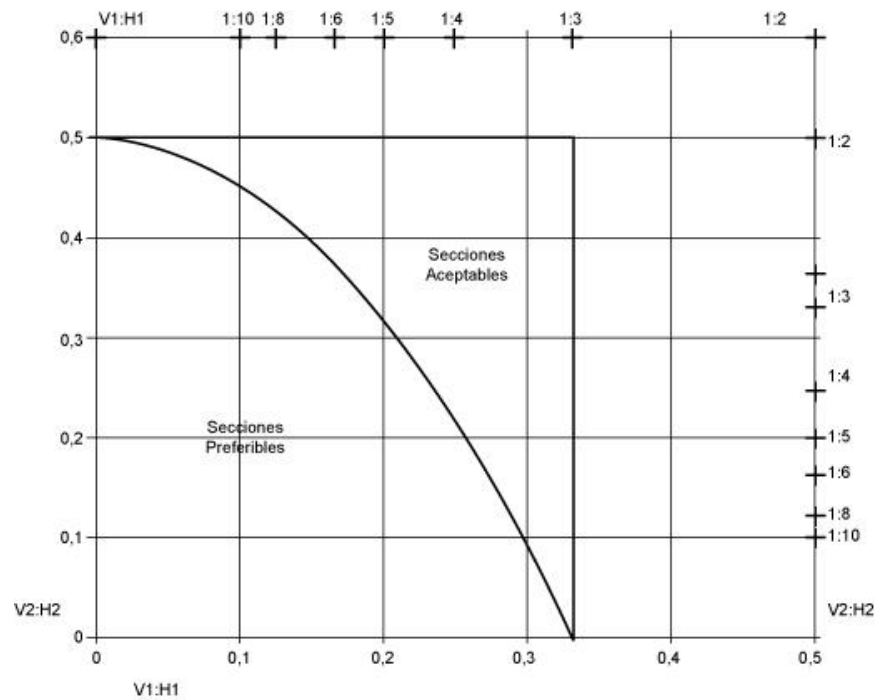
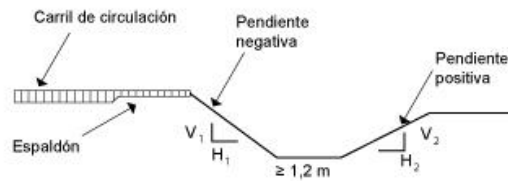
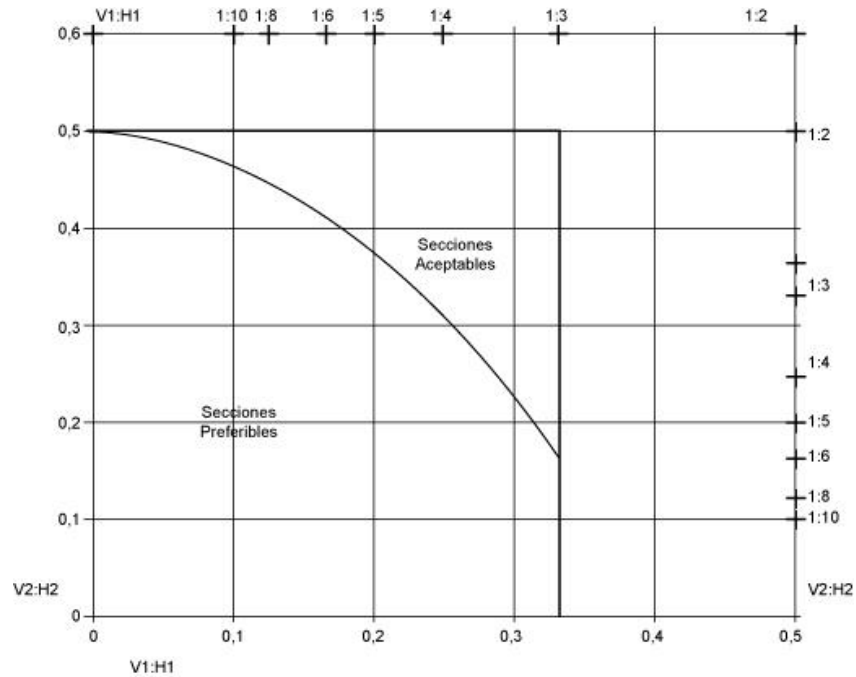


Gráfico 3.5 Determinación de la relación V1:H1 para canales trapezoidales (versión del borrador del Manual SCV).



Finalmente se puede determinar la longitud de la barrera aguas arriba y abajo, mediante la aplicación de la siguiente tabla:

Tabla 3.13 Longitud de la barrera aguas arriba.

| PARÁMETRO | DESCRIPCIÓN |
|-----------|--|
| LC | Ancho de la zona libre necesaria (m) |
| LA | Distancia transversal desde el borde de la vía hasta el extremo más alejado del obstáculo o zona peligrosa (m) |
| LAd | Si $LA > LC$, $LAd = LC$ Si $LA \leq LC$, $LAd = LA$ |
| LO | Longitud del obstáculo, se mide paralela a la vía (m) |
| LR | Distancia teórica que recorre un vehículo que sale de la vía fuera de control antes de detenerse (m) |
| L1 | Longitud de la sección de barrera paralela a la vía |
| | $L1 \geq 0$ si la zona peligrosa es un talud o un cuerpo de agua |
| | $L1 = 8$ m (como mínimo) si el obstáculo es un objeto rígido |
| L2 | Distancia transversal desde el borde de la vía hasta la sección de la barrera de seguridad paralela a la vía (m) |
| L3 | Distancia transversal desde el borde de la vía hasta el obstáculo o zona peligrosa (m) |
| b/a | Razón de esviaje de la barrera de seguridad |
| X1 | Longitud de la barrera de seguridad aguas arriba si el terminal se aleja de la vía (m) |
| Y | Distancia transversal desde el borde de la vía hasta el extremo de la barrera (m) |
| X2 | Longitud de la barrera de seguridad aguas arriba si se coloca paralela a la vía (m) |

En donde todos los datos hasta b/a (inclusive) ya han sido calculados; por lo tanto se tienen las siguientes fórmulas:

$$X1 = \frac{L_{AD} + b/a * (L1 - L2)}{[b/a + (L_{AD}/LR)]} \quad [1]$$

$$Y = L_{AD} - \frac{L_{AD}}{(LR * X1)} \quad [2]$$

$$X2 = \frac{(L_{AD} - L2)}{(L_{AD}/LR)} \quad [3]$$

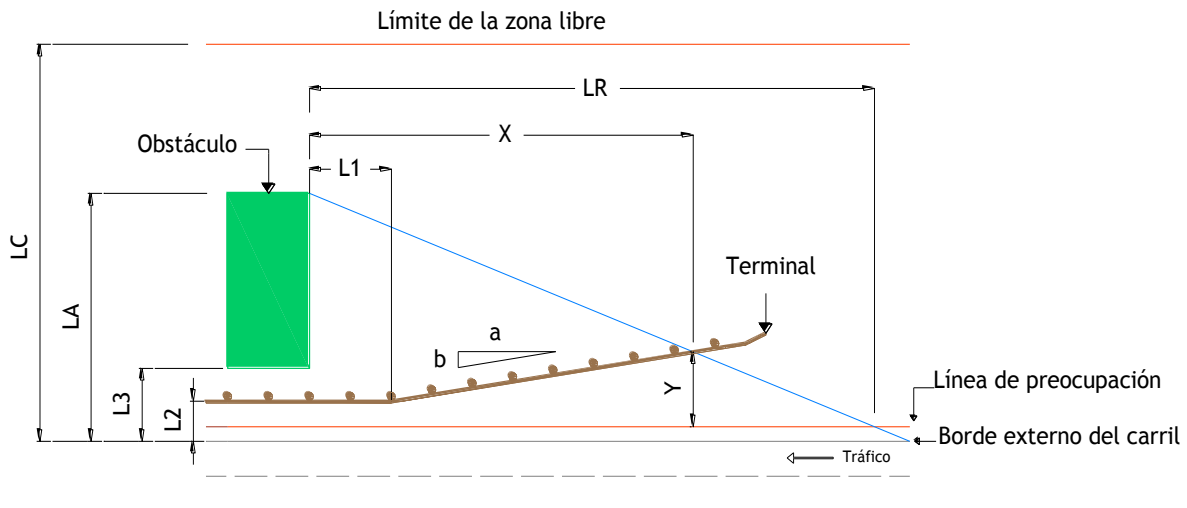


Figura 3.4 Croquis ilustrativo de las distintas medidas necesarias para obtener la longitud de la barrera aguas arriba.

Para el caso del cálculo de la barrera aguas abajo, se utiliza una tabla igual a la X, pero varía la manera de obtener X1, X2 y Y:

- Para X1, X2 y Y se dice que:
 - Si $L2 > LC$, se le asigna a estos parámetros un valor de cero.
 - Si $L3 > LC$, los parámetros adquieren un valor de cero.
 - Si no se cumple esta última condición se aplica la fórmula correspondiente al parámetro.

Para estos casos se dice además que:

- Si el obstáculo se ubica dentro de la zona libre, se debe extender la barrera aguas abajo y colocar un terminal apropiado, capaz de contener los vehículos.
- Si el obstáculo se extiende más allá del límite de la zona libre y $LA > LC$, se debe extender la barrera aguas abajo y colocar un terminal apropiado, capaz de contener los vehículos.
- Si el obstáculo y la barrera se ubican más allá del límite de la zona libre y $L2 > LC$ No se requiere extender la barrera aguas abajo pero se debe colocar un terminal que provea el anclaje requerido por el sistema.
- Si el obstáculo se ubica más allá del límite de la zona libre, pero la barrera de seguridad se encuentra dentro de la zona libre y $L3 > LC$, no se requiere extender la barrera aguas abajo pero se debe colocar un terminal apropiado, capaz de contener los vehículos.

CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA

En este capítulo se describen los procesos que componen la metodología utilizada en la elaboración de la auditoría y del ejercicio de validación del “Manual para el análisis de la seguridad vial en los márgenes de carreteras y la disposición de sistemas de contención vial en Costa Rica” (Manual SCV).

4.1 Logística de la metodología para auditorías.

La auditoría de seguridad vial se realiza mediante un equipo de trabajo que ejecuta una evaluación independiente, especializada y objetiva del funcionamiento de la carretera o tramo vial, a través de observaciones sistemáticas a diferentes horas y periodos de operación de la vía, además de dichas observaciones, se efectúan mediciones y se toman fotografías, lo que permite analizar el funcionamiento vial y los posibles puntos de conflicto o accidente potencial.

El auditor debe contar con conocimientos en el área de la seguridad vial y sistemas de transporte, así como dominar conceptos de capacidad vial, diseño geométrico de vías, visibilidad en carreteras, señalamiento vertical y horizontal, funcionamiento de intersecciones y carreteras, dispositivos de seguridad del transporte y otros.

En sus evaluaciones, el auditor debe observar detenidamente el comportamiento de los vehículos y usuarios de la vía y utilizar formularios especialmente creados para registrar sus observaciones en el propio sitio de evaluación a manera de lista de recordatorio de los aspectos a evaluar. Es necesario observar la operación de los camiones de carga, de los autobuses, de los peatones y ciclistas, en su interacción con los otros vehículos y elementos físicos de la carretera.

Se debe tener presente que no se trata de una simple aplicación de normas de señalamiento a los planos del proyecto, sino que se busca analizar, de manera preventiva, el funcionamiento de la vía para establecer necesidades de mejora que redunden en un mayor estándar de seguridad para los usuarios.

El propósito de la auditoría de seguridad vial es generar un informe técnico objetivo e independiente con recomendaciones de mejoramiento de la seguridad vial, modificaciones y dispositivos que lleven a prevenir accidentes y reducir la cantidad y la severidad de estos, considerando a todos los usuarios de las vías: vehículos, peatones, ciclistas, camiones, autobuses, etc. Estos informes se dirigen a las autoridades del sector transporte para que se tomen medidas tendientes a reducir o corregir los defectos de la infraestructura vial que pueden ser reparados mediante intervenciones programadas y para que se modifiquen las políticas de gestión y desarrollo de las vías.

Las auditorías de seguridad vial pueden realizarse en carreteras en servicio o en carreteras nuevas. Para este caso particular, los pasos corresponden al de una carretera en servicio:

- Paso I. Análisis preliminar de los datos.

La disponibilidad a priori de documentación que facilite información sobre el tramo donde se realizará la ASV, es un punto a favor en lo que a la localización de puntos conflictivos se refiere. Es de gran ayuda tener acceso a la accidentalidad de la zona aunque no se deben emitir sentencias basándose sólo en esta información.

- Paso II. Recopilación de la información necesaria.

Además de la documentación asociada al propio proyecto, también se debe tener acceso a información relativa al entorno donde se efectuará la obra. Esto incluye desde estudios climatológicos de la zona como informes de seguridad que se hayan podido realizar con anterioridad, así como información previa sobre auditorías ya realizadas

- Paso III. Trabajo de campo.

Llevar a cabo una primera visita de campo con el objetivo de decidir el número de tramos en los que se subdividirá la autopista, para así cubrir de una mejor manera cada sección y por ende, el resultado final sea más representativo. Para este punto se establecerá un criterio que incluye características de la carretera como presencia de intersecciones, desniveles, desarrollo comercial y/o habitacional en los alrededores, diseño geométrico, etc.

La carretera debe revisarse y analizarse tanto de día como de noche, así como tomar medidas de velocidades e incluso transitar por ella a distintas velocidades.

Según el tramo, se deben realizar los recorridos a pie, así de esta manera se puede visualizar como influye a todos los usuarios. Hay que poner especial interés en las zonas de transiciones a otras vías y analizar su infraestructura.

Consultar las listas de control antes, durante, y después de la visita de campo de la auditoría de seguridad para ir verificando de manera global los diferentes parámetros pertenecientes a la misma.

- Paso IV. Discusión.

Esta es la fase donde se exponen todos los puntos de vista del auditor aportando material fotográfico o videos que ayuden a la comprensión de todos los componentes. Normalmente, se siguen los pasos expuestos a continuación:

- Determinación de zonas con alta peligrosidad que describan características que puedan ser la causa de accidentes.
- Realizar una lista que estará compuesta por los puntos que bajo la opinión del auditor, son conflictivos y las razones que le haya llevado a pensarlo.
- Una vez identificados los verdaderos puntos problemáticos, se pasa a determinar las recomendaciones que harían falta para que dejaran de serlo. Estas recomendaciones no tienen que incluir detalles técnicos.

- Paso V. Evaluación de riesgos.

Una vez determinadas las medidas que se podrían llevar a cabo, se debe pensar cuál de ellas va a poder realizarse ya que seguramente existan unos límites presupuestarios que recorten las actuaciones de seguridad. Normalmente, se realiza una valoración de riesgos y se determina cuáles son las zonas que sin lugar a dudas deben tratarse.

- Paso VI. Elaboración del informe de auditoría.

El informe tiene un formato problema – recomendación, donde se expone el problema encontrado y la solución enfocada al tipo de usuario al que perjudica.

En algunas ocasiones estas recomendaciones vendrán acompañadas de detalles técnicos; sin embargo, esto no implica que se realizarán diseños geométricos o estructurales de determinados dispositivos de seguridad.

La figura 4.1 muestra la metodología para la elaboración de una auditoría en seguridad vial.



Figura 4.1 Proceso en la realización de auditoría de una ruta en operación

4.2 Logística de la metodología para llevar a cabo la validación.

De manera particular, se procederá a realizar un análisis de esta autopista enfocado en las condiciones presentes en los márgenes de la vía, de manera que, a partir de él, se puedan aplicar los criterios expuestos en el "Manual para el análisis de la seguridad vial en los márgenes de carreteras y la disposición de sistemas de contención vial en Costa Rica".

El proceso para llevar a cabo la validación de dicho manual, estuvo coordinado por el Ingeniero Germán Valverde, con la asistencia de la Ingeniera Ruth Quesada y con la participación de ingenieros de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito y del Consejo Nacional de Vialidad, con el fin de que la recopilación de información y la aplicación del manual, fueran del conocimiento de las entidades del gobierno, que son las que, eventualmente, transmitirán el uso del mismo.

Mediante la realización de cinco visitas dirigidas por el Ing. Valverde, se llevó a cabo la recopilación de información en campo delimitada a identificar los elementos al margen de la vía que afectan la seguridad vial, para lo cual se establecieron secciones de control en las que se realizaron distintas mediciones como: ancho de espaldón, ancho de zona libre, dimensiones de cunetas (naturales y construidas), pendientes, diámetro de árboles, ancho de medianera, altura de barreras flexibles y de bordillos, entre otras;

además de observaciones en cuanto a la colocación de los dispositivos para contención lateral y desarrollos habitacionales al margen de la vía.

Para almacenar toda esta información de una manera clara y ordenada, el coordinador del proyecto confeccionó unas hojas resumen que fueron entregadas a los distintos examinadores, en las cuales se contemplaba: el punto de control, descripción del obstáculo, coordenadas geográficas, pendiente y longitud de las distintas secciones de la vía, distancia desde la línea de borde de la carretera hasta la cara frontal del obstáculo (L3) y hasta la cara trasera del mismo (LA), diámetro del obstáculo (L0), y además se solicitó la elaboración de un croquis del perfil del terreno en el punto del control; en la figura 4.2 se muestra la hoja que se utilizó para esta labor.

| Tramo | Fecha | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------------|-------------|-----------|----------|--------|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Descripción obstáculo (tipo, dimensiones y material) | Ubicación del obstáculo, perfil del terreno y otras observaciones pertinentes (Ancho del espaldón, pendientes de los taludes, longitudes de las secciones) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Sección (i)</th> <th rowspan="2">Descripción</th> <th>Pendiente</th> <th>Longitud</th> </tr> <tr> <th>Si (°)</th> <th>Wi (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | Sección (i) | Descripción | Pendiente | Longitud | Si (°) | Wi (m) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sección (i) | Descripción | | | Pendiente | Longitud | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Si (°) | Wi (m) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Coordenadas (GPS) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Punto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Coordenadas | Ubicación del obstáculo LA (m) LO (m) L3 (m) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 4.2 Tabla utilizada para recopilar información en campo

CAPÍTULO 5: DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El propósito de este capítulo es enunciar las características de la carretera a evaluar, la selección del área de estudio y la descripción de la misma.

5.1 Descripción general de la Autopista Florencio del Castillo.

La Autopista Florencio del Castillo corresponde a un tramo de la ruta 2 de nuestro país, la cual comprende desde Hacienda Vieja en Curridabat, hasta la intersección Taras-Cartago, con una longitud de 13.9 Km.

A partir de los estudios de tránsito realizados por el MOPT, específicamente por la Dirección de Planificación Sectorial, el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) registrado para esta carretera, corresponde a 41 000 vehículos, con la presencia de alrededor de 3800 vehículos pesados por día.

El clima de la zona presenta las siguientes características principales:

Tabla 5.1 Características generales de la zona comprendida por la Ruta 2.

| Parámetro | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|----------------------------------|---------|-----------|---------|---------|
| Temperatura máxima absoluta (°C) | 26 | 26,1 | 26,6 | 22,4 |
| Temperatura mínima absoluta (°C) | 11,7 | 9,4 | 8,3 | 8,9 |
| Humedad máxima (%) | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Humedad mínima (%) | 46 | 26 | 26 | 22 |
| Acumulado máximo de lluvia (mm) | 57,7 | 89,4 | 81,3 | 9,9 |
| Mes más lluvioso del año | Octubre | Setiembre | Octubre | Octubre |
| Mes más seco del año | Enero | Enero | Febrero | Febrero |

Fuente. Instituto Meteorológico de Costa Rica, 2008.

A continuación se presenta un resumen de las principales características de la zona de estudio:

Tabla 5.2 Características generales de la autopista Florencio del Castillo.

| Característica | Descripción |
|------------------------------|--|
| Tipo de carretera | Carretera de dos carriles por sentido de circulación, con isla central en su totalidad |
| Clasificación funcional | Carretera primaria, parte de la red estratégica vial de Costa Rica |
| Localización | Entre el cantón de Curridabat iniciando en Hacienda Vieja, pasando por el cantón de La Unión, Ochozogo y Taras, hasta el entronque con la ruta 219 |
| Longitud | 13.5 km |
| TPD | 41000 |
| Velocidad máxima rotulada | 90 km/h |
| Velocidad mínima rotulada | 60 km/h |
| Tipo de terreno | Ondulado y montañoso con pendiente máxima de 8% y mínima de 2% |
| Ancho de carril (promedio) | 3.5 m |
| Ancho de espaldón (promedio) | 1.7 m |
| Precipitación promedio | 57 mm |
| Accesos | Presencia de accesos legales e ilegales en un número considerable en todos los tramos |
| Superficie del pavimento | Mezcla asfáltica densa |
| Isla central | Alguna secciones presentan barreras flexibles. Existen postes de iluminación sin protección espaciados cada 50 m. |

Fuente. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Dirección de Planificación Sectorial. Instituto Meteorológico de Costa Rica. 2004 y 2008

La zona que comprende la autopista presenta condiciones similares, sin embargo es adecuado realizar una caracterización de cada uno de los tramos o zonas más representativas del área de investigación a partir de datos del MOPT y del Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible de la Universidad de Costa Rica (ProDUS):

Tabla 5.3 Características de los tramos más representativos de la autopista Florencio del Castillo.

| RUTA | LONGITUD | | DESCRIPCIÓN | N°CAR | ANCHO SUP. ROD. | ANCHO ESPALDÓN | VEL. |
|------|----------|--------|---|-------|-----------------|----------------|------|
| | RELAT. | ACUM. | | | | | |
| 2 | 1.72 | 10.28 | Curridabat (R251)- Hacienda Vieja | 2 | 9.4 | 1.8 | 60 |
| 2 | 5.185 | 15.465 | Hacienda Vieja-Sn Rafael (Paso superior) | 4 | 14.6 | 2.4 | 80 |
| 2 | 2.365 | 17.83 | Sn Rafael-Lte cantón La Unión | 2 | 7.3 | 2 | 75 |
| 2 | 3.08 | 20.91 | Lte. Cantón La Unión- Taras | 2 | 7.3 | 1.7 | 60 |
| 2 | 3.315 | 24.225 | Taras-Lte cantón La Unión | 2 | 7.3 | 1.4 | 90 |

Fuente. MOPT, Dirección de planificación, 2004.

5.2 Características de la zona.

5.2.1 Hacienda Vieja- Las Villas

Este sector presenta un clima húmedo con la presencia de vientos fuertes y lluvias continuas sobre todo en los meses más lluviosos del año. Sin embargo no se presenta en esta zona problemas de visibilidad causados por la neblina como sí sucede en otras áreas comprendidas por la autopista.

Los terrenos presentan una topografía plana por lo que el deslizamiento no es un fenómeno que atente contra la seguridad de los usuarios.

5.2.2 La Unión

El cantón de La Unión posee una red fluvial bien definida; la misma cuenta con un grupo de ríos y quebradas que se pueden considerar el punto focal de las amenazas del cantón, dicha red de drenaje está compuesta principalmente por:

- Río Tiribí.
- Quebrada Carpintera.
- Río María Aguilar.
- Río Chaguite.
- Quebrada Fierro.
- Río Chiquita.
- Quebrada Quebrada Monte.

Las zonas o barrios más afectados con alto riesgo por las inundaciones de los ríos y quebradas antes mencionadas son:

- Río Tiribí: Dulce Nombre, Tres Ríos, San Diego, Carpintera.
- Quebrada Carpintera: San Vicente, Pilarica, Carpintera.
- Río María Aguilar: Concepción.
- Río Chaguite: Tres Ríos, San Juan.
- Quebrada Fierro: Fierro, San Rafael.
- Río Chiquita: Yerbabuena, Antigua, Tres Ríos.
- Quebrada Quebrada Monte: Santiago.
- Río La Cruz: San Rafael.

El cantón de La Unión se localiza además muy cerca de fuentes sísmicas reconocidas dentro del Valle Central, como las del sur de San José y sur de Cartago. Por sus características geológicas y climáticas es vulnerable a sufrir deslizamientos, especialmente en aquellos sitios donde se han hecho cortes de carretera, caminos y tajos.

Entre los efectos geológicos más importantes que puede generar un evento en la zona que abarca dicho cantón, se pueden mencionar:

- Deslizamientos de diversa magnitud, donde la topografía abrupta favorece esta clase de proceso.
- Fracturas en el terreno.

- Asentamientos en lugares que se han hecho rellenos mal compactados.

5.2.3 Ochomogo, La Lima, Cristo Rey y Taras

La comunidad de Ochomogo posee un relieve superior al nivel de la carretera, por lo que está expuesta a deslizamientos y fuertes vientos. Además, como consecuencia del sistema montañoso que lo rodea, se presentan problemas de visibilidad generados por una fuerte presencia de neblina y lluvias constantes. Presenta, además, un gran desarrollo industrial por lo que la afluencia vehicular está en aumento y se espera continúe de esa manera.

La Lima tiene una topografía más bien plana, con un nivel más bajo que el de la carretera y es atravesado por el Río Taras, por lo que está expuesta a inundaciones. Al igual que Ochomogo es una zona de desarrollo industrial considerable, por lo que las condiciones de la infraestructura vial se deben mantener en un buen estado, sobre todo por la presencia de camiones cargados que ejercen fuerzas considerables sobre la estructura de pavimento.

La comunidad de Cristo Rey está ubicada en un terreno quebrado con áreas más bajas al nivel de la carretera y algunas lomas, por lo que está expuesta a deslizamientos e inundaciones.

Al igual que las anteriores, el sector de Taras es una zona con una gran propensión al deslizamiento debido a la presencia de fallas que, en caso de sismo, podrían activarse y generar asentamientos y daños graves de la infraestructura, inclusive vial, que es el caso que nos ocupa en este trabajo.

5.3 Selección de tramos de la autopista.

Los tramos más representativos de las características físicas de la carretera son los comprendidos en las zonas de Hacienda Vieja, Tres Ríos, Ochomogo y Taras.

La subdivisión de estos tramos se realizó con el fin de reducir las áreas de estudio y se hizo de una manera similar a la que se efectuó en una auditoría previa a la autopista, realizada por el Ingeniero Germán Valverde González en marzo del 2003.

De esta manera, los tramos en cuestión quedaron ubicados de la siguiente forma:

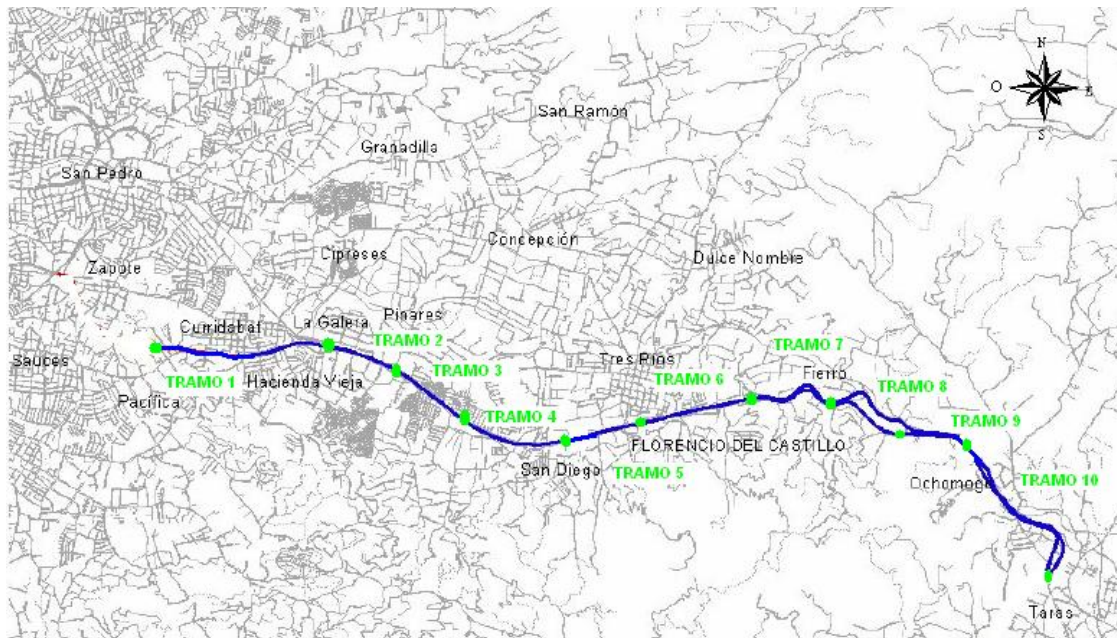


Figura 5.1 Tramos establecidos en la autopista Florencio del Castillo.

Fuente. Mapas Google.

Como se observa en la figura 4.3, son diez los tramos escogidos y corresponden a:

1. Hacienda Vieja- Intercambio La Galera.
2. Intercambio La Galera- Intercambio Lomas de Ayarco.
3. Intercambio Lomas de Ayarco- Las Villas de Tres Ríos.
4. Las Villas- San Diego.
5. San Diego- Entrada Tres Ríos.
6. Entrada Tres Ríos- Intersección 2 km después de Tres Ríos con radios cortos.
7. Intersección después de Tres Ríos- Lazos de giro en "U" Bomba Cristo Rey.
8. Lazos de giro en U, Bomba Cristo Rey- Ochomogo.
9. Ochomogo-Intersección antes de Taras.
10. Intersección antes de Taras -Intersección Taras.

A continuación se describirán los diferentes tramos en que se puede clasificar la ruta seleccionada. Las imágenes aéreas fueron obtenidas utilizando el programa de información geográfica Google Earth:

5.3.1 Tramo N° 1. Hacienda Vieja- Intercambio La Galera

Esta es una vía de 2 carriles por sentido en la cual confluyen vehículos provenientes de Curridabat, Tirrases y los de sectores aledaños a la autopista Florencio del Castillo. Cuenta con espaldón en todo este tramo y está separada en la mediana por una zona verde, más un carril corto de aceleración para los vehículos que se incorporan a la autopista desde el sector de Tirrases, así como carriles exclusivos para giros hacia la derecha e izquierda. El ancho por carril es de 3.5 m y la longitud del tramo es de 1 km. En este tramo se localiza una intersección en Hacienda Vieja, que se encuentra en zonas cercanas escuelas y colegios así como comercios. En la figura 5.2 y 5.3 se muestran las imágenes aéreas del tramo.

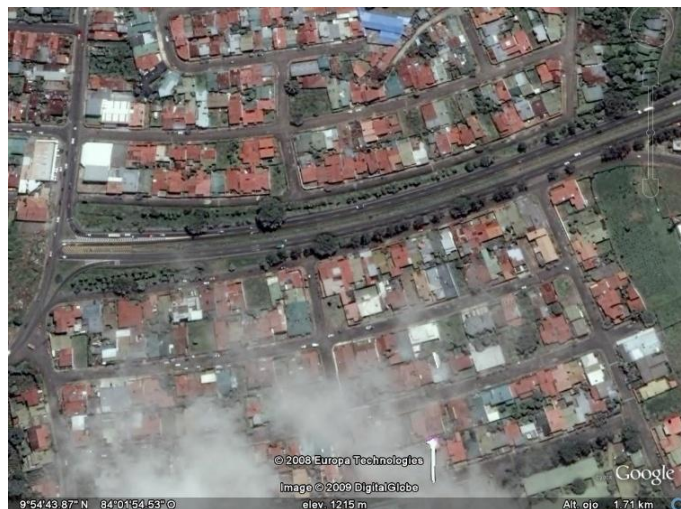


Figura 5.2 Vista aérea de la intersección Hacienda Vieja

(Inicio de la Autopista Florencio del Castillo correspondiente al tramo 1).



Figura 5.3 Vista aérea del intercambio La Galera
(Final tramo 1).

En la fotografía 5.1 se aprecia la configuración de la vía al aproximarse a la intersección la cual está compuesta por curvas horizontales de radios amplios y pendientes inferiores al 2%. Existen sin embargo, problemas de congestionamiento e irrespeto al señalamiento horizontal como se observa en la primera de las fotografías debido a la gran cantidad de movimientos permitidos en dicha intersección.



Fotografía 5.1 Perspectiva de la intersección Hacienda Vieja.

5.3.2 Tramo N° 2. Intercambio La Galera- Intercambio Lomas de Ayarco

Este tramo presenta condiciones similares al anterior en cuanto a alineación, pero presenta la particularidad de encontrarse comprendido entre dos intercambios, uno a nivel y el otro a desnivel.

Se compone de cuatro carriles, dos en cada sentido. El tipo de terreno es plano, la vía cuenta con espaldones en ambos lados, con un ancho que oscila entre 1.6 y 2.4 m.

Se observa en ambos casos que los carriles de aceleración y desaceleración son inexistentes o de longitud insuficiente para este propósito.

La longitud del tramo es de 1 km. En esta sección se localiza un gran desarrollo habitacional y comercial.



Figura 5.4 Vista aérea del intercambio Lomas de Ayarco (final tramo 2).

A continuación se muestra una imagen de la zona de acceso a la autopista en la rampa Tres Ríos- San José:



Fotografía 5.2 Perspectiva del intercambio a desnivel de Lomas de Ayarco.

5.3.3 Tramo N° 3. Intercambio Lomas de Ayarco- Las Villas de Tres Ríos

Esta es una zona con un desarrollo comercial variado (centros comerciales, restaurantes, gimnasios, etc) así como centros poblacionales de densidad considerable en donde las facilidades peatonales son requeridas. En general, esta es una zona de trazo regular con buena visibilidad



Figura 5.5 Vista aérea de zona de las Villas (final del tramo 3).

En la fotografía 5.3 se puede apreciar un acceso hacia una de las zonas comerciales, desde la autopista, la cual presenta un radio de giro corto y mucha vegetación en la orilla de la carretera.



Fotografía 5.3 Perspectiva del acceso a una zona comercial en el sector de Villas.

5.3.4 Tramo N° 4. Las Villas- San Diego

El rasgo más destacable de esta zona es el desarrollo de centros poblacionales al margen de la vía, en donde a pesar de la presencia de puentes peatonales, se ha registrado un nivel de accidentalidad de peatones alto por la negativa de hacer uso de las facilidades que les fueron provistas.



Figura 5.6 Vista aérea del acceso a San Diego (final tramo 4).

En la siguiente fotografía se muestra la perspectiva de esta zona, en la salida de un lazo de incorporación a la autopista en donde se tienen problemas de visibilidad:



Fotografía 5.4 Perspectiva de la zona de San Diego.

5.3.5 Tramo N° 5. San Diego- Entrada Tres Ríos

Este tramo consiste en una geometría sencilla aunque con algunas características en su diseño que puede afectar la seguridad de los conductores como lo son radios de giro inferiores a 200 m y ausencia de carriles de aceleración.



Figura 5.7 Vista aérea de la entrada a Tres Ríos (final tramo 5).

5.3.6 Tramo N° 6. Entrada Tres Ríos- Intersección 2 km después de Tres Ríos con radios cortos

En este tramos se mantienen las características de la autopista pero se inicia con pendientes más pronunciadas y un clima más lluvioso. Se presentan radios de giro muy cortos aunados a problemas de visibilidad por la vegetación presente en la zona.



Figura 5.8 Vista aérea de la intersección con radios inferiores a 200m, ubicado 2 km después de la entrada a Tres Ríos (final tramo 6).

Este tramo comprende un intercambio importante que presenta características que posteriormente se analizarán, y corresponde al intercambio de Tres Ríos:



Figura 5.9 Vista aérea del intercambio de Tres Ríos, inmerso en el tramo 6.

5.3.7 Tramo N° 7. Intersección después de Tres Ríos- Lazos de giro en "U" Bomba Cristo Rey

Esta zona presenta topografía mas escarpada, además de que el diseño geométrico presenta deficiencias mayores debido a la presencia de radios de giro cortos y ausencia de carriles de desaceleración, por lo que es una sección a la cual se debe prestar atención tanto a la hora de conducir como en la parte técnica para mejorar el diseño.



Figura 5.10 Vista aérea de los lazos de giro en U, Bomba Cristo Rey (final tramo 7).

A continuación se muestra una fotografía de uno de los giros en U para acceder al sentido Cartago-San José, la cual deja en evidencia la peligrosidad de ingresar a este lazo desde una vía rápida, sin carril de desaceleración y con un radio de giro sin la amplitud suficiente para efectuar una transición suave (radio de 175 m según plano obtenido de Diseño de Vías y Caminos del MOPT).



Fotografía 5.5 Perspectiva del giro en U Bomba Cristo Rey.

5.3.8 Tramo N° 8. Lazos de giro en U, Bomba Cristo Rey- Ochomogo

Las mayores elevaciones presentes en la autopista son las que se presentan en esta zona además de que se tiene un diseño geométrico que presenta una mayor y cantidad de curvas y con un alineamiento vertical. El clima en esta zona se caracteriza por una precipitación considerable, presencia de neblina, y propensión al deslizamiento.



Figura 5.11 Vista aérea de la zona de Ochoyomogo (final tramo 8).

Esta es además una zona con un gran desarrollo industrial, el cual se proyecta a seguir en crecimiento durante los próximos años. En la fotografía 5.6 se muestra la zona industrial presenta al margen de la carretera.



Fotografía 5.6 Desarrollo industrial al margen de la autopista en Ochoyomogo.

5.3.9 Tramo N° 9. Ochomogo-Intersección antes de Taras

En esta zona continua el desarrollo industrial presente desde Ochomogo, las pendientes son fuertes y el clima presenta fuertes precipitaciones lo que hace la zona propensa a deslizamientos y a sufrir asentamientos y otros problemas por falla del suelo debido a la presencia de fallas locales.



Figura 5.12 Vista aérea de la intersección antes de Taras (final tramo 9).

5.3.10 Tramo N°10. Intersección antes de Taras -Intersección Taras

Presenta una calle con dos carriles de movimiento en el mismo sentido, en donde no existe espaldón y está presente un desarrollo comercial y habitacional al margen de la vía.



Figura 5.13 Vista aérea de la intersección Taras
(Final tramo 10 y de la Autopista Florencio del Castillo).

La fotografía muestra la zona cercana a la intersección de Taras en la cual se observa un dispositivo de reducción de velocidad conocido como trepidador.



Fotografía 5.7 Perspectiva de la autopista en el sector de Taras.

5.4 Datos de accidentalidad.

Analizando la información suministrada por el Consejo de Seguridad Vial (COSEVI), desde los años 2000 al 2007 la frecuencia de accidentes en el área, como ya se vio en un capítulo previo, han presentado una variación, más no una tendencia, a la disminución; sin embargo, no se cuenta, por parte del COSEVI, con información para establecer los puntos de mayor accidentalidad, sin embargo al acceder a las boletas de infracción correspondientes a los años 2007 y 2008, y con base en la información del número de accidentes para la ruta en cuestión, se logró determinar que la mayor accidentalidad se concentra entre los kilómetros 11 a 17 correspondiente a la provincia de Cartago, cantón La Unión.

Al profundizar en las causas que señalan los inspectores de tránsito que acuden al lugar de los hechos, se observa que la mayoría de ellos son atropellos por cruzar en zonas indebidas y choques de alta velocidad. Sin embargo, al acudir al lugar exacto en que ocurrió el percance, es posible establecer una relación, entre la infraestructura vial y la gravedad del accidente.

El gráfico 5.1 muestra los accidentes acumulados en la Autopista Florencio del Castillo para los años 2007 y 2008. Como se observa, los accidentes se han concentrado en el área de La Unión de Cartago (km 12, 13). También se observa que los accidentes se han mantenido con una tendencia creciente. En el anexo A se incluye el detalle de la descripción de los accidentes identificados sobre la autopista.

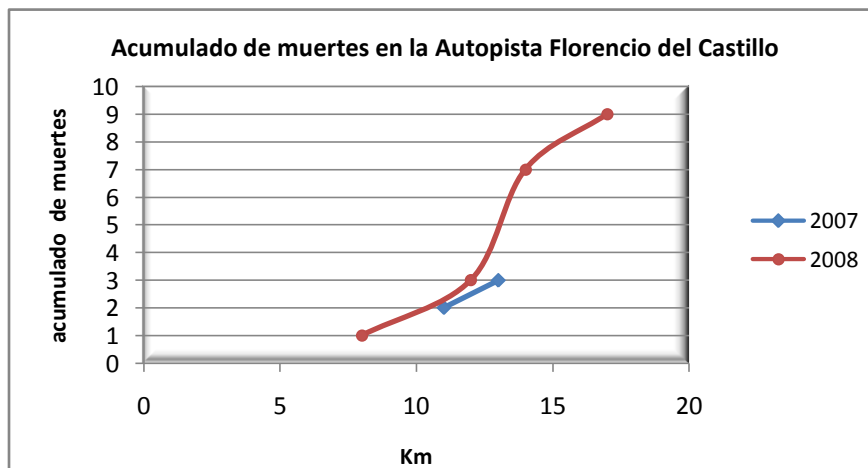


Gráfico 5.1 Accidentes acumulados en la Autopista durante los años 2007 y 2008.

El gráfico 5.2 representa el número de muertes en la autopista de acuerdo con la zona en donde se presenta la mayor accidentalidad. Nótese que en el área del cantón de La Unión es donde se presenta la mayor cantidad de fatalidades.

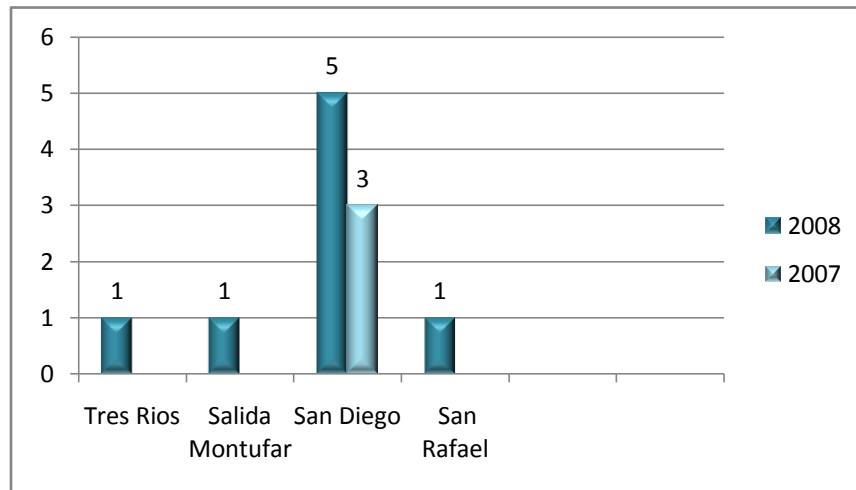


Gráfico 5.2 Distribución de accidentes fatales en la autopista para el 2007 y 2008.

5.5 Geometría de la carretera.

La autopista a evaluar se encuentra en el área este de nuestro país; la carretera presenta segmentos en línea recta con radios de curvatura de más de 100 m en algunos tramos y otros menores, además de curvas horizontales a lo largo de la mayor parte de la carretera. La carretera tiene 3.5 m por carril y un espaldón cuyo valor promedio es de 1 m; sin embargo, existen tramos donde el mismo desaparece.

Se debe tener en cuenta en la geometría de la carretera la alineación horizontal y vertical, buscando que no coincidan las curvas horizontales con las curvas verticales, de modo que se impida así la visibilidad en la carretera.

Las curvas horizontales a la izquierda que haya en el segmento elegido, son un aspecto importante a considerar ya que el usuario que va por una carretera y encuentra una de estas curvas, tiende a invadir el carril adyacente, con lo cual puede ocasionar un choque si paralelamente a él existen más vehículos.

La velocidad máxima de la carretera es otro de los aspectos a evaluar en la geometría de la carretera la cual se establece como de 90 km/h según el señalamiento vertical existente.

Las distancias de visibilidad son un aspecto muy importante a evaluar en la geometría de la carretera, ya que la misma, se debe diseñar de tal manera que el usuario de la carretera pueda disponer de una distancia lo suficientemente clara y visible para que no choque contra algún obstáculo inesperado y poder rebasar sin peligro alguno a los vehículos que circulen más lentos.

5.6 Aspectos topográficos de la carretera.

La topografía de la zona se ve caracterizada por las distintas zonas que comprende la autopista, las cuales a su vez se ven reflejadas en los tramos escogidos para la recopilación de datos ya que dicha clasificación se hizo, entre otros aspectos, tomando en cuenta similitud en las características topográficas.

Existen, sin embargo, zonas más representativas y generalizadas de la topografía en la que se encuentra ubicada la autopista y son:

5.6.1 Sector de Hacienda Vieja – Las Villas

El terreno presenta una topografía entre plana y ondulada, con un rango de pendientes longitudinal desde 2 % hasta 6.5%. Los deslizamientos o caída de bloques no son un fenómeno que atente contra la seguridad de los usuarios de la autopista ya que no este sector no cuenta con un sistema montañoso en sus márgenes.

5.6.2 Tres Ríos

Esta zona presenta una topografía con pendientes mayores. Hacia el norte del cantón, la fuerte pendiente del terreno provoca que esta región sea altamente vulnerable a los deslizamientos, reconociéndose inclusive varios de importancia considerable por su magnitud.

5.6.3 Ochomogo y Taras

Las elevaciones van desde 1321 msnm hasta un máximo de 1573 msnm en distancias cortas por lo que las pendientes son fuertes. Está rodeado por un sistema montañoso de importancia el cual presenta deslizamientos grandes, sobre todo en la época de lluvias.

5.7 Señalización existente.

Cuando se realizó la primera auditoría de seguridad vial a la Autopista Florencio del Castillo, una de las mayores deficiencias reportadas fue la ausencia absoluta de demarcación horizontal en muchos de los tramos de la carretera.

En el año 2004, el MOPT se dio a la tarea de solicitar fondos para realizar dicha demarcación, no solo en esta ruta, sino en muchas otras, conscientes de que no solo un buen estado de la superficie de rodadura es necesario para la seguridad y funcionalidad de una carretera, sino mantener estos requerimientos de manera clara y permanente.

Es por ello que para ese momento el MOPT contaba con el cartel licitatorio para contratar la demarcación horizontal de 16 carreteras nacionales, con pintura acrílica y termoplástica, el cual fue publicado y ejecutado posteriormente.

Para el caso de la pintura termoplástica, que tiene un costo más alto, ésta se aplicó utilizando dos criterios:

- en rutas en las que se habían realizado intervenciones mayores como sellos y recarpeteos, y
- en qué razón de su durabilidad es más rentable para la Administración utilizar este tipo de pintura.

Según detalló el Ingeniero Pedro Castro Fernández, Viceministro de Obras Públicas, la inversión superaba los ¢5 mil millones, los cuales servirían para ubicar captaluces o "gatos" y pintura en 1.133 km de vías que incluían, entre sus tramos más extensos, 197 km a demarcar entre Barranca y Peñas Blancas sobre la ruta Interamericana Norte, asimismo, 2 km del Paseo Colón y 6.5 km entre La Uruca y Heredia. De la misma manera que en los otros contratos, el giro de recursos provenía del CONAVI.

Los otros tramos de carreteras a demarcar fueron:

Tabla 5.4 Inversión para proyecto de demarcación de vías.

| RUTA | DESCRIPCIÓN | LONGITUD | ESTIMACIÓN (¢) |
|----------|---|--------------|--------------------|
| 1 | San Ramón - Barranca | 35,65 | 241.755.015 |
| 2 | Autopista Florencio del Castillo | 14,50 | 274.424.754 |
| 2 | La Lima - Pérez Zeledón | 113,00 | 566.255.250 |
| 3 | Alajuela - Manolos - San Mateo | 44,00 | 242.218.470 |
| 4 | La Rita - San Luis | 129,28 | 999.490.848 |
| 6 | Upala - Ruta N° 1 | 60,00 | 350.598.274 |
| 10 | Paraíso - Turrialba - Siquirres | 80,50 | 362.771.094 |
| 34 | Pozón - Quepos | 117,00 | 349.621.347 |
| 39 | Bulevar Circunvalación | 15,00 | 401.559.015 |
| 126 | Heredia - San Miguel | 55,00 | 200.574.360 |
| TOTAL | | 663,93 | 3.989.268.427 |

Fuente. Informe del CONAVI, 2004.

La señalización vertical no contó con una inversión de esta magnitud; sin embargo, fueron colocadas las señales informativas, reglamentarias y preventivas que se encontraban en mal estado o con errores en cuanto a orientación de destinos, sin embargo muchas de ellas no cumplen con la normativa utilizada en nuestro país (SIECA) en cuanto a dimensiones. Todo lo anterior será corroborado en la auditoría.

5.8 Facilidades peatonales.

Quienes se transportan a pie, representan el tipo de usuario de las vías públicas con más riesgo de morir a causa de un accidente de tránsito en Costa Rica, es por ello que el gobierno a través de su ministerio representante en temas viales, el MOPT, debe velar por la seguridad de estos usuarios mediante la instalación de infraestructura que tenga como objetivo resguardar la vida de los peatones tanto de manera preventiva como mitigatoria.

En las márgenes de la Autopista Florencio del Castillo se tiene un desarrollo creciente de tipo comercial, industrial y poblacional pero se tienen pocas facilidades peatonales, inclusive no existen unas de las más simples y básicas que deberían estar

incluidas en todo proyecto de carreteras, como lo son las aceras, pasos peatonales, espaldones, barreras de contención, puentes peatonales con mallas a ambos lados de la vía para evitar que los peatones crucen de manera indebida, etc.

Es conocida además una situación preocupante que ha generado muertes en la vía desde hace varios años y es la negativa de los peatones a utilizar los puentes para este fin, que están localizados en el sector de La Unión en la entrada a San Diego y al Terra Mall y que ha presentado un mayor número de muertes en el sentido San José-Cartago. Se observa en estas áreas que, a pesar de existir los puentes, los peatones se arriesgan cruzando por la autopista y en varias ocasiones alguno ha sido alcanzado por un vehículo que viaja a una velocidad de 80 km/h o más y que tiene poco espacio para realizar una maniobra evasiva, de modo que son pocas o ninguna las posibilidades de un peatón de sobrevivir.

Por lo tanto, se debe realizar un estudio para determinar las razones que conducen y permiten que el peatón no utilice el puente.

CAPÍTULO 6: LISTAS DE CONTROL

6.1 Definición y alcance de las listas de control.

Una lista de control contiene tópicos específicos en los cuales se puede corroborar una serie de preguntas de manera clara y concisa con las cuales se puede determinar el estado en que se encuentra el elemento a auditar (vallas, postes, pavimento, vegetación, señalización, geometría, etc.)

En el proceso de una auditoría, se deben utilizar listas de control, debido a que esta, como herramienta de trabajo, permite al auditor identificar todos los problemas y/o situaciones posibles que se presenten en la carretera a auditar, al igual que la lista de control trae un espacio en el cual el auditor puede hacer sugerencias para mejorar, de manera dinámica la lista misma.

Las listas de control utilizadas para el presente proyecto, son el resultado de la adaptación de las diferentes listas desarrolladas en estudios previos en países que han implantado las Auditorías y que por ende se utilizan en Costa Rica. Mediante el trabajo del Ingeniero Germán Valverde, para el LanammeUCR, se desarrollaron unas listas que fueron utilizadas en este estudio técnico, así como las de la "Guía para realizar una Auditoría de Seguridad Vial", publicadas por CONASET, en Chile en el año 2003.

Como metodología de trabajo, se decidió separar cada uno de los aspectos que se evalúan en la carretera en tres áreas específicas: en la orilla de la carretera, en las vías de rodaje y en la mediana. Esto con el fin de no obviar ningún elemento y más bien realizar visitas de campo con una de estas tres áreas a evaluar en esa visita específicamente y sin darle importancia a cualquier otro elemento fuera de la sección de la vía en estudio.

Para cada una de estas áreas, se seleccionaron los rubros de la lista de control que mejor describen, de una manera clara y concisa, las características del segmento a evaluar, su impacto en la carretera, la prioridad de atender la deficiencia en la carretera, los comentarios que tenga el auditor y un puntaje que evalúa o cuantifica las deficiencias de los aspectos a evaluar en la carretera.

Se hace en el siguiente orden la evaluación de la carretera:

1. Barreras de impacto y zonas libres de obstáculos aledañas a las vías.

2. Iluminación de la carretera.
3. Señalamiento y semaforización de intersecciones.
4. Puentes y drenajes.
5. Peatones y ciclistas.
6. Carriles auxiliares.
7. Misceláneos (paisajismo, zonas de trabajo temporal, captaluces, etc).
8. Estacionamientos y espaldones.

La Tabla 6.1 muestra, a manera de ejemplo, el formato elaborado para realizar una auditoría. Adicionalmente, se listan los componentes de la lista de control.

Las listas de control se refieren a la evaluación de carreteras urbanas, y a su vez se compone de tres áreas generales:

1. Evaluación a la orilla de la carretera.
2. Evaluación en los carriles.
3. Evaluación de la mediana de la carretera.

La estructura de la lista de control con sus divisiones y áreas de evaluación se presentan a continuación

| Categoría | Ítems | Comentarios |
|------------------------------------|---|-------------|
| (1) Señalamiento Horizontal | (1.1) Condición | |
| | (1.2) Flechas/ Rótulos | |
| | (1.3) Línea de borde | |
| | (1.4) líneas de carril | |
| (2) Señalamiento vertical | (2.1) Condición | |
| | (2.2) Reglamentarias | |
| | (2.3) Informativas | |
| | (2.4) Informativas | |
| | (2.5) De identificación | |
| (3) Publicidad en la vía | (3.1) Ubicación | |
| | (3.2) separación | |
| | (3.3) Representa obstáculo lateral | |
| | (3.4) Visibilidad de vía y señales oficiales | |
| | (3.5) Otros | |

Tabla 6.1 Ejemplo de una de las listas de control (desarrollada por el LanammeUCR).

Barreras de impacto y zonas libres de obstáculos:

1. Longitud de zonas libres de obstáculos.
2. Existencia y estado de las barreras de contención.
3. Tratamientos al final de la barrera.
4. Visibilidad de barreras.

Señales:

1. Iluminación.
2. Descripciones generales de señales de tránsito.
3. Legibilidad de señales.

Puentes y alcantarillas:

1. Barreras de impactos.
2. Misceláneos (vegetación).

Carriles de aceleración:

1. Transiciones.
2. Señalización y demarcado.
3. Giros.

Peatones y ciclistas:

1. Presencia de peatones.
2. Presencia de ciclistas.
3. Transporte público.

Misceláneos:

1. Vegetación.
2. Zonas de trabajo temporal.
3. Captaluces.
4. Actividades a la orilla de la carretera.
5. Motocicletas.
6. Animales.
7. Escuelas y centros educativos.

Alineamiento de la carretera y secciones transversales:

1. Visibilidad: distancia de visibilidad.
2. Velocidad de diseño.
3. Límite de velocidad / división por zonas.
4. Zonas de adelantamiento.
5. Consistencia del diseño.
6. Anchos de carriles.
7. Espaldones.
8. Calzada.
9. Taludes.
10. Drenajes.

Intersecciones

1. Localización.
2. Visibilidad; distancias de visibilidad.
3. Controles y delineación.
4. Entorno.
5. Misceláneos.

Señalamiento horizontal y vertical.

1. Líneas centrales, líneas de borde y líneas de carril.
2. Señales informativas y reflectivos.
3. Delineación y precaución en curvas.

Pavimento:

1. Defectos en el Pavimento.
2. Lisura.
3. Material/ grava suelta.

Las listas de control proveen además una columna en la cual se establece la prioridad de ser atendido el problema evaluado, una calificación, que se obtendrá de las curvas de severidad, (las cuales se desarrollan más adelante) y una columna para los comentarios, los cuales son observaciones que hace el auditor a la carretera y que especifican de una manera más clara cada una de las preguntas de la lista de control.

El auditor debe seguir la siguiente metodología para usar las listas de control:

1. Se realizará la evaluación a la orilla de la carretera de elementos como barreras, mediana, señalización, vegetación y objetos, fijos entre otros.
2. Después se evalúan los carriles, en los cuales se observa la visibilidad, demarcado, y alineamiento entre otros.
3. Finalmente se evalúa la mediana de la carretera y los dispositivos instalados en la misma, como vallas, postes de iluminación, vegetación, y aquellos elementos que afecten a la seguridad del posible usuario de la carretera.

CAPÍTULO 7: ELABORACIÓN Y DESARROLLO DE LA AUDITORÍA Y VALIDACIÓN DEL MANUAL PARA SISTEMAS DE CONTENCIÓN LATERAL

Una vez recopilada la información de los distintos tramos en que se subdividió la autopista, se debe determinar el estado del proyecto para evaluar de una manera clara y adecuada la información de la auditoría sobre la carretera.

Además, se cuenta en este punto con información sobre accidentalidad de la zona y se han identificado los puntos que presentan mayor índices de mortalidad.

7.1 Inspecciones de campo.

Se deben realizar las respectivas inspecciones de campo y los análisis correspondientes como la información y datos preliminares; también se debe hacer un repaso de los datos y la documentación existente para registrar las impresiones iniciales.

El proceso de las inspecciones de campo es sencillo; consiste en medir la longitud total de barreras, vallas, longitud de vallas impactadas, densidad de vegetación a la orilla de la carretera, inventario de objetos fijos, postes, señalización vertical y demarcación en el pavimento entre otros. Esta información debe ser apoyada por fotografías y videos y se debe hacer tanto de día como de noche para evaluar las condiciones de la carretera. De ser posible, se deben hacer inspecciones con diferentes condiciones climáticas.

En estas inspecciones de campo se realizó un inventario de los dispositivos encontrados en la carretera, como barreras semi-rígidas, señales de tránsito, objetos fijos a la orilla de la carretera como lo son postes de alumbrado, demarcado del pavimento, postes de transmisión de energía y vegetación, entre otros. Cabe resaltar que la inspección de los datos obtenidos y el repaso de documentación tienen que ser repetidos las veces que el equipo auditor considere necesario.

7.2 Determinación del estado de los diferentes elementos evaluados.

Los principales elementos a evaluar son:

- Barreras semi-rígidas.
- Vegetación a la orilla de la carretera.
- Cunetas.
- Otros objetos fijos a la orilla de la carretera.

La forma como se clasificó cada uno de estos elementos corresponde a estado bueno, regular y malo, según los criterios establecidos en el Manual de Diseño "Roadside Design Guide" y por ende la información recopilada se expone a continuación:

7.2.1 Barreras semi-rígidas

La definición del estado para barreras semi-rígidas son las siguientes:

Bueno o aceptable: La barrera no presenta impacto o si lo presenta es menor a 10 cm de deflexión con respecto a la horizontal. La barrera sigue siendo funcional y se puede reparar en campo, sin necesidad de cambiarse el tramo impactado de barrera. La fotografía 7.1 describe gráficamente este nivel de severidad.



Fotografía 7.1 Estado aceptable en barreras semi-rígidas.

Regular: La barrera ha sido impactada y presenta deflexiones hasta de 49 cm con respecto al eje horizontal. En esta situación, la barrera debe ser reparada, debido a que ha perdido sus características para redirigir los vehículos que las impacten. Se pueden reemplazar los elementos impactados. La fotografía 7.2 muestra un ejemplo de este tipo de nivel de severidad.



Fotografía 7.2 Estado regular encontrado en barreras semi-rígidas.

Malo: La barrera presenta deflexiones mayores a las deflexiones máximas permitidas de 49 cm según lo establecido en la Guía de diseño de carreteras. En este caso la barrera no es funcional y se requiere del reemplazo de la barrera, de los postes y los bloques que la conforman.



Fotografía 7.3 Estado malo en barreras semi-rígidas.

7.2.2 Vegetación

Costa Rica está localizada en una zona tropical. Debido a las condiciones climatológicas, la vegetación crece en abundancia. Al presentarse esta situación a la orilla y mediana de la carretera, se observan problemas de visibilidad, tanto de los obstáculos, los objetos fijos o las barreras localizadas en la orilla de la carretera o problemas relacionados a la distancia de visibilidad, creándose puntos ciegos para el usuario que se desplaza por el corredor. Como es un problema difícil de controlar, se deben aplicar herbicidas, y/o grava a la orilla de la carretera para evitar que dicha vegetación crezca de manera descontrolada. La definición del estado para la vegetación es el siguiente:

Bueno o aceptable: La vegetación crece a una altura 15 cm o menos a la orilla de la carretera. Hay visibilidad total de las barreras semi-rígidas y/o de la orilla de la carretera, tanto de día como de noche, se puede realizar mantenimiento preventivo sin incurrir en gastos adicionales y por estética y paisajismo es agradable a los ojos de los conductores. En la fotografía 7.4 se puede observar la vegetación aproximadamente de este nivel a la orilla de la carretera.



Fotografía 7.4 Vegetación con una densidad aceptable.

Regular: La vegetación crece a una altura de 45 cm a 60 cm. Parte de la vegetación cubre de manera parcial las barreras semi-rígidas como se observa en la fotografía 7.5, pero se puede realizar mantenimiento correctivo, recortando la vegetación con podadoras y aplicando herbicidas.



Fotografía 7.5 Estado de afectación regular por parte de la vegetación.

Malo: La vegetación cubre en su totalidad el dispositivo e impide la visibilidad de la orilla de la carretera. Para solucionar este tipo de defecto correctivo, se requieren de brigadas que corten de raíz la vegetación existente en la orilla de la carretera, y de ser posible, aplicar herbicidas y grava, que eviten el nacimiento y/o crecimiento de hierbas que afecten la funcionalidad de los dispositivos instalados. En la fotografía 7.6 se puede observar como la vegetación ha crecido de tal forma que cubre la barrera semi-rígida.



Fotografía 7.6 Estado malo de la afectación por parte de la vegetación.

7.2.3 Cunetas

El área este de Costa Rica es una zona que presenta una humedad considerable, con un rango de precipitación promedio entre 60 y 80 mm al año, lo cual hace necesario construir los drenajes adecuados para evacuar la escorrentía del agua de lluvia. La definición del estado para las cunetas es el siguiente:

Bueno o aceptable: Las cunetas se encuentran en buen estado, se les ha realizado mantenimiento periódico y permite la libre circulación del cauce generado por la escorrentía. La fotografía 7.7 muestra las condiciones de una cuneta en buen estado.



Fotografía 7.7 Cuneta en buen estado.

Regular: En este tipo de severidad se encuentra lodo y/o objetos como hojas y ramas que producen resaltos hidráulicos a lo largo el cauce, al igual que el crecimiento esporádico de vegetación, ocasionando desbordamientos esporádicos en épocas de lluvias. Como se puede observar en la fotografía 7.8, las condiciones de la cuneta no permiten que funcione en óptimas condiciones si no de manera regular, ocasionando eventualmente lo descrito anteriormente.



Fotografía 7.8 Cuneta con interferencia de vegetación.

Malo: La cuneta está cubierta de vegetación, basura o algún objeto que impide la libre circulación del flujo de agua; al presentarse este defecto en la cuneta, se corre el riesgo que se desborde y se puedan presentar posibles inundaciones en la carretera. La fotografía 7.9 muestra este tipo de problemas.



Fotografía 7.9 Cuneta afectada completamente por la vegetación.

7.2.4 Objetos fijos a la orilla de la carretera

Sobre la orilla de la carretera se encuentran instalados gran diversidad de objetos fijos como postes, señales, buzones, etc., los cuales pueden ocasionar accidentes si no son escudadas o reubicados adecuadamente. A continuación se describen los niveles de severidad para objetos fijos.

La definición del estado para los objetos fijos es el siguiente:

Bueno o aceptable: Los objetos fijos se encuentran escudados por barreras semirrígidas, o están localizados a más de 60 cm del espaldón o fuera de la zona libre de obstáculos, de al menos 1.2 m. En la fotografía 7.10 se observa el caso mencionado anteriormente.



Fotografía 7.10 Buen estado para las condiciones relacionadas con los objetos fijos.

Regular: Los objetos fijos se encuentran en el límite de la zona libre de obstáculos o cerca de la orilla de la carretera; aunque se encuentren escudados por barreras semi-rígidas, se cumple con la deflexión dinámica para barreras, pero se localizan en el límite de la misma. En el caso de árboles, arbustos u otros puede que existan ramas o troncos que invadan las zonas de deflexión dinámica máxima y afecten la funcionalidad de las barreras, como se observa en la fotografía 7.11.



Fotografía 7.11 Estado regular para las condiciones relativas a objetos fijos.

Malo: No se cumplen con las especificaciones estipuladas. Los objetos fijos son localizados a menos de 60 cm de la orilla de la carretera, en algunos casos sin ser escudados, y en otros, son escudados pero al instalar la barrera, se hace de manera inadecuada. En la fotografía 7.12 se muestra uno de los tantos casos de objetos sin protección



Fotografía 7.12 Estado grave de las condiciones para objetos fijos.

7.3 Procesamiento de la información.

7.3.1 Deterioro superficial y deformaciones en la calzada.

La condición de la carretera en cuanto al estado de su superficie de rodamiento puede clasificarse como aceptable, debido a que son pocos los tramos en los cuales se presentan huecos, agrietamientos considerables o deformaciones que representen un problema de seguridad. Los tramos que presentan una mayor afectación en este sentido son el de Taras y Ochomogo, en sentido Cartago- San José principalmente. Sin embargo, la deformación observada solo se presentó en el tramo 9 (Ochomogo) en sentido Cartago-San José en la sección cercana a la orilla de la carretera, lo que por el momento no representa un grave problema de seguridad para los usuarios.

Otra condición observada en el tramo Ochomogo en el sentido hacia San José, es que los trabajos realizados de reparación y reconstrucción en la zona hace algunos años dieron como resultado que la superficie presentara condiciones de lisura que representaban un riesgo alto de seguridad, dadas las condiciones topográficas de ese tramo, por lo cual se realizaron trabajos para aumentar la rugosidad, sin embargo el trabajo no fue adecuado y esta zona representa una disminución del confort para los usuarios, dada las vibraciones que se generan en el vehículo al transitar sobre este tramo.

En comparación con la auditoría realizada en el año 2003 y en relación con los problemas encontrados en ese momento y ahora, en cuanto a deterioros y deformaciones, se puede concluir que los mismos persisten, con la salvedad de que el deterioro severo encontrado sobre el carril derecho de la sección 9 (sentido San José-Cartago) en las cercanías de la industria Kativo, fue reparado; sin embargo se observa que el estado actual no es el mejor y de hecho, esta sección es la que presenta una condición de deterioro mayor en comparación con el resto de la carretera.



Fotografía 7.13 Calzada que presentaba deterioro severo con reparación. Actualmente presenta sello de grietas.



Fotografía 7.14 Deformación del pavimento en el tramo Ochoмого, sentido Cartago- San José.



Fotografía 7.15 Superficie con tratamiento para reducir lisura.

Para estas secciones se recomienda llevar a cabo un estudio de la carpeta existente y de las condiciones de su estructura, para determinar la necesidad de efectuar un nuevo diseño o un recarpeteo. Además se debe tener presente las características requeridas para que la superficie de rodamiento, proporcione seguridad y confortabilidad a los usuarios de la vía.

7.3.2 Deterioro superficial y deformaciones en el espaldón.

El mayor problema de deterioro encontrado, casi de manera constante a lo largo de la carretera, se da en el espaldón, el cual presenta agrietamientos y huecos, así como tramos donde el ancho es insuficiente e incluso en algunas secciones es inexistente. Además, la demarcación del espaldón, en algunos casos, está ausente, por lo que los peatones y ciclistas que transitan por la ruta se ven afectados en su integridad física.

Las secciones de carretera en las que se observó deterioro en el espaldón son:

- Sentido San José-Cartago y Cartago San José: 5,7, 8, 9 y 10

En las siguientes secciones se encontró que el espaldón no existía

- Sentido San José-Cartago: 2, 5, 7, 9 y 10
- Sentido Cartago-San José: 8

Todas estas secciones fueron identificadas en la auditoría previa, con excepción de la sección correspondiente a Tres Ríos en sentido Tres Ríos-San José en la que ya fue demarcada la línea correspondiente al espaldón; sin embargo, se identificaron nuevas secciones de algunos tramos donde el espaldón desaparece, por lo que es verdaderamente preocupante que un elemento tan importante y necesario para la seguridad de conductores y peatones no se haya implementado aún.



Fotografía 7.16 Tramos 2 y 5 en los que el espaldón desaparece de manera abrupta.



Fotografía 7.17 Deterioro del espaldón en tramos 5 y 7.

Se recomienda que, principalmente en las zonas industriales, los distintos complejos provean de una zona de estacionamiento adecuado, para que de esta manera, se evite el estacionamiento de vehículos pesados sobre el espaldón, dado que gran parte de su deterioro es generado por esta situación.

7.3.3 Demarcación horizontal.

La demarcación existente es eficiente, presentando solo algunos tramos donde la pintura se observa un poco desgastada pero aún es legible y hasta cierto punto clara, y solamente se observan tramos donde la demarcación correspondiente al espaldón es inexistente. Al llevar a cabo la auditoría en el 2003, el estado de la demarcación horizontal se determinó como deficiente de manera generalizada a lo largo de la vía, sin embargo, en el año 2004, gracias a un proyecto del gobierno en combinación con el MOPT, se invirtieron \$500 000 en demarcación horizontal de distintas rutas, incluyendo la correspondiente a la Autopista Florencio del Castillo.

Las luminarias instaladas en la zona son funcionales, y se ve claramente la carretera de noche, además se encuentran instalados captaluces para definir claramente los carriles en cada sentido. Sin embargo, hay zonas donde la pintura comienza a desgastarse y no se le ha dado mantenimiento.



Fotografía 7.18 Desgaste de la pintura en la zona después del peaje.



Fotografía 7.19 Demarcación adecuada y en buen estado en el tramo 2.

Se recomienda establecer un mantenimiento periódico de la demarcación horizontal, con base en las condiciones climatológicas de esta zona y de las propiedades de la pintura de tránsito para determinar así los lapsos de tiempo entre cada intervención, para que la visibilidad de la misma sea percibida de manera clara en condiciones lluviosas y de neblina.

Además, los postes para alumbrado instalados, presentan bases rígidas y no cuentan con protección, por lo cual se recomienda llevar a cabo la colocación de un sistema de contención lateral adecuado en cuanto a longitud y nivel de contención. También es posible sustituir los postes existentes por sistemas con soportes quebradizos al impacto; en este caso se puede además efectuar un estudio económico para determinar no solo la solución que brinde seguridad, sino la que se ajuste a los presupuestos del estado.



Fotografía 7.20 Poste de alumbrado con base rígida presente en la mediana.

7.3.4 Señalamiento vertical.

Al realizar el recorrido de la carretera, se logró observar que en materia de señalamiento vertical, el número de deficiencias encontradas no es alto, ya que fue posible observar que las señales presentan un grado de deterioro bajo; sin embargo, sí presentan arreglos inapropiados que no cumplen con la normativa de los Manuales Centroamericanos de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito SIECA, así como interferencia de la vegetación que dificulta su visualización.



Fotografía 7.21 Señalamiento cubierto de manera parcial por vegetación.

Es importante mencionar que la situación ilustrada en la fotografía anterior, fue solventada y actualmente se observa en la ruta, nuevo señalamiento informativo, como resultado de un convenio entre el MOPT y el Instituto Costarricense de Turismo (ICT), por lo que se observan nuevas señales de tres destinos y con visibilidad adecuada.

Una deficiencia observada es que, en las zonas de trabajo, hay ausencia de señales preventivas y de trabajos en la vía. En zonas identificadas como de alto flujo peatonal por la presencia de centros educativos, tampoco se cuenta con un señalamiento preventivo para alertar a los conductores sobre la presencia de peatones ni de centros escolares en las cercanías.

La situación más notoria, es la falta de señalización para control de velocidad, de las cuales fueron observadas muy pocas a lo largo de la carretera, por lo tanto, se realizó un recorrido en vehículo utilizando un odómetro para establecer la distancia entre una señal reglamentaria de velocidad y otra y de esta manera se determinó que existían 5 km (como máximo); e incluso en zonas donde era requerida una regulación no se especificaba, como en la zona donde se encuentra un mayor desarrollo comercial y habitacional.

Se pudo observar señales que no cumplen con una altura mínima (según la reglamentación vigente en el Manual SIECA) de 1.5 m de claro libre desde el nivel de carril hasta la parte baja del tablero de la señal, de manera que, además de no brindar una visibilidad adecuada y cómoda para los conductores, puede verse afectada fácilmente por el vandalismo, afectando enormemente la seguridad y medidas preventivas y reglamentarias de la zona.



Fotografía 7.22 Señales ubicadas a muy baja altura incumplimiento con SIECA y además con problemas de visibilidad por la vegetación (tramo 8).

Realizando una comparación entre los hallazgos del 2003 y los actuales, el mejoramiento de este rubro es notable en cuanto a la corrección de señalamiento deteriorado por vandalismo y en mal estado por golpes de vehículos.

El mal estado de algunas señales está presente en varias etapas, que va desde los inicios de la corrosión, hasta la presencia de huecos y daño casi total de la señal.



Fotografía 7.23 Mal estado del señalamiento vertical.

Se recomienda sustituir las señales deterioradas y colocar nuevo señalamiento vertical. Además es necesario reforzar el señalamiento referente a las velocidades permitidas, corrigiendo los defectos en la colocación como lo son la altura de la señal y visibilidad de la misma.

7.3.5 Publicidad en la Vía.

La existencia de publicidad y avisos dentro del derecho de vía de carreteras representa un problema de seguridad en los sitios donde se presentan.

Fue posible observar la presencia de material publicitario a lo largo de la vía; sin embargo, al acercarse a zonas comerciales aumenta notablemente la cantidad de la misma pero sin interferir en la visibilidad de los conductores al efectuar una maniobra o al observar el señalamiento y peatones. Esta condición se ha mantenido desde la primera auditoría.



Fotografía 7.24 Presencia de material publicitario en la mediana.



Fotografía 7.25 Presencia de material publicitario al margen de la vía.

En el artículo dos del primer capítulo del Manual de señales SIECA, se establece que, aún el señalamiento oficial, debe limitarse al mínimo necesario, para no sobrecargar ni distraer a los usuarios con exceso de información, por lo tanto se debe mantener un control de la cantidad de material publicitario en los márgenes de la vía, para que cumpla con las disposiciones vigentes.

7.3.6 Presencia de obstáculos y otros peligros laterales.

La presencia de postes de iluminación, bases y columnas de puentes vehiculares y peatonales, árboles dentro del derecho de vía y señales verticales de tránsito son en general, la mayor presencia de objetos fijos a lo largo de la carretera .

En todos los casos, dichos elementos no se encuentran escudados y en algunos otros, cuando se protegieron obstáculos o zonas de peligro, se hizo de manera errada, colocando los postes de contención en sentido contrario al requerido para llevar a cabo su función, con una longitud inadecuada, con un nivel de contención distinto al requerido; inclusive, observando las deficiencias encontradas, no es posible determinar si se realizó algún estudio o se siguió un criterio o inspección al colocar estos sistemas.

Además, los postes instalados presentan bases rígidas no quebradizas al impacto, ni se encuentran escudados, de manera tal que, un vehículo que se impacte contra uno de estos postes tendrá más probabilidades de terminar en una fatalidad.



Fotografía 7.26 Columna de concreto de puente sin protección además de postes de acero para iluminación.



Fotografía 7.27 Base rígida de poste de iluminación colocado en la mediana y sin protección.

Otra situación que llama la atención es la presencia de una cantidad importante de cunetas sin protección que presentan una profundidad considerable, así como paradas de buses ubicadas al margen del carril de manera inmediata, que no presentan protección para los peatones y que las que sí cuentan con este dispositivo, representan un elemento que atenta contra la integridad física de un conductor que impacte con ellos debido a su cercanía de éstos con el carril.



Fotografía 7.28 Cuneta de profundidad considerable sin protección.



Fotografía 7.29 Paradas de autobús muy cerca de la orilla y sin protección para los usuarios.

Se recomienda proveer de una zona o área segura disponible para el uso de vehículos errantes y/o fuera de control, esto por cuanto, en países como Estados Unidos, se han realizado estudios, los cuales reflejan que en las vías de alta velocidad (mayores a 80 kph), un 80% de los vehículos errantes pueden recuperar el control si contaran con:

- Una zona despejada de 9 m.
- Taludes poco inclinados.
- Terreno traspasable.
- Ausencia de obstáculos.

Para llevar a cabo esta labor, se debe realizar un estudio dirigido exclusivamente a recopilar las distintas condiciones presentes en los márgenes de la vía como lo son ancho de espaldón, pendiente y ancho de la zona libre, alejamiento de los obstáculos presentes con respecto al borde de la vía, diámetros de árboles, etc; así como condiciones generales de la ruta como velocidad de operación y tránsito promedio diario.

Es de gran importancia contar además, con una normativa adaptada a las características de nuestro país, que le indique al examinador, los requerimientos de contención lateral para las condiciones encontradas, en caso de ser necesarias, de manera que se establezcan zonas libres seguras y recomendaciones según sea el caso, indicando un nivel de contención o desarrollando otras medidas de mitigación como remover o

reubicar el obstáculo, convertir una zona en traspasable, usar señalamiento vertical para delinear el obstáculo, etc.

Para el caso que se debe convertir una zona en traspasable, se cuenta con el siguiente criterio, según estudios desarrollados en Estados Unidos:

- Aquellas zonas que presentan un ancho suficiente pero con una relación H:V mayor a 3:1, se considera que el talud es crítico,
- De 3:1 a 4:1 es traspasable pero no recuperable,
- De 4:1 o más plano se considera recuperable y traspasable.

Dado que no siempre es posible contar con una zona despejada adecuada, se debe recurrir a las opciones antes mencionadas referentes a sistemas de contención.

Para el caso de columnas de puentes y postes de servicio público muy cercanos a la calzada, que no se pueden reubicar, se recomienda considerar, además de sistemas de contención, el uso de soportes rompibles o quebradizos denominados "Breakaway Supports", que son de gran uso internacionalmente dada su cualidad de diseño en donde el poste cede, se rompe o se fragmenta al ser impactado por un vehículo.

7.3.7 Facilidades peatonales y para ciclistas.

En este aspecto se presenta una gran ausencia de facilidades peatonales, puesto que se pudo observar que no existen pasos peatonales, dando lugar a una serie de caminos o accesos ilegales que las personas han creado para acceder a la autopista, sobre todo en las zonas donde hay un mayor desarrollo comercial y habitacional.



Fotografía 7.30 Peatones acceden a la autopista desde la marginal y cruzan los dos sentidos de la autopista sin que existan facilidades peatonales.



Fotografía 7.31 Peatones y ciclistas utilizan el espaldón para transitar.



Fotografía 7.32 Accesos peatonales ilegales sin protección y ausencia de aceras.

El tránsito de ciclistas no está permitido en la autopista; sin embargo, se observó gran cantidad de ellos circulando en los carriles de flujo vehicular, especialmente en las mañanas de los sábados y no existe en toda la ruta, carriles para ciclistas e incluso los espaldones, que son los que utilizan estos usuarios para transitar, presentan anchos que desaparecen en algunos tramos o su estado presenta un deterioro tal que impide que circulen por él obligando a que utilicen los carriles vehiculares.



Fotografía 7.33 Ausencia de ciclo vías a pesar de la cantidad considerable de ciclistas.

Las paradas de autobuses no presentan bahías ni protección, y en los puntos donde existe un puente peatonal, el bus se detiene antes de llegar a él, por lo cual los peatones cruzan sin utilizar el puente; además en otras zonas existen paradas de autobuses

en tránsito sin ningún tipo de protección, e inclusive, sin autorización por parte del Consejo de Transporte Público del MOPT (CTP).



Fotografía 7.34 Paradas de autobús a la orilla de la vía, sin la presencia de bahías ni protección para los usuarios.

Durante las inspecciones realizadas no se observaron vallas peatonales propiamente, sino que se colocaron mallas de protección bajo los puentes peatonales, por lo tanto es necesario valorar la construcción de las mismas en las cercanías de los puentes peatonales y a ambos lados de la vía. Es recomendable además, la canalización de los cruces peatonales en las zonas identificadas.

La construcción de bahías para autobuses es necesaria para incrementar la seguridad vial de los conductores y peatones. Para ello se deben seguir los lineamientos de diseño establecidos en el Manual SIECA, estableciendo como mínimo una transición de 20 m para ingresar y salir de la bahía, y un almacenamiento de 40 m tomando en cuenta que existen varias rutas de autobuses que se detienen en una misma bahía. Además, la ubicación de la bahía debe ser consistente con la existencia de puentes peatonales, de manera que, éstas se encuentren a la entrada del puente para que así los peatones lo utilicen.

Un elemento que se debe tomar en cuenta, es que en una autopista se deberían restringir e inclusive eliminar las paradas de autobuses, ya que el resultado en seguridad vial es superior al de construir bahías, por lo tanto, una solución alternativa que debe ser

considerada, especialmente en esta zona, es el uso de las calles marginales que existen, como ruta de autobuses, y de esta manera sacar tanto a los autobuses como a los peatones de la autopista.

7.3.8 Desarrollo de propiedades laterales y accesos ilegales.

Se logró observar la existencia de centros urbanos al margen de la autopista, así como comerciales e industriales, los cuales han acrecentado la cantidad de peatones cruzando en distintos puntos y, por ende, la aparición de accesos ilegales tanto peatonales como vehiculares.



Fotografía 7.35 Acceso ilegal de tipo vehicular y peatonal respectivamente.

Dichos desarrollos no presentan, además, zonas propiamente de parqueos sino que utilizan los espaldones o se estacionan los vehículos al margen del carril derecho y en ocasiones incluso son vehículos pesados que ocupan una sección del ancho del carril. Es claro además que el desarrollo residencial ha incursionado en el derecho de vía generando problemas como cercanía de residencias a los carriles, pérdida de espacio para construir bahías de buses, etc.



Fotografía 7.36 Desarrollo industrial al margen de la carretera genera vehículos pesados estacionados en la orilla.

Fue posible observar casas al margen de la vía, principalmente en el sector de Ochomogo, donde la distancia promedio entre el borde de la vía y el frente de las casas es de tres metros, sin la presencia de ningún sistema de contención que proteja a los habitantes de las casas ni a los conductores en caso de que el vehículo se salga de la vía en ese sector, especialmente en aquellas zonas donde existe un desnivel del terreno y entonces las casas se encuentran a un nivel más bajo que el de la carretera.



Fotografía 7.37 Presencia de casas de habitación al margen de la vía sin protección.

Para estos casos se recomienda colocar un sistema de contención del tipo y nivel de contención lateral requerida, así como la longitud necesaria para proteger a los usuarios de estas zonas.

7.3.9 Barreras.

En general, con respecto a las barreras semi-rígidas se encontraron las siguientes deficiencias:

- Existen dispositivos que no cumplen con la normativa como son las terminales "cola de pez" que en otros países no se utilizan desde hace 30 años.



Fotografía 7.38 Barreras flexibles con terminal cola de pez.

- A pesar de que el porcentaje de las barreras impactadas es menor a las que se encuentran en buen estado, el mantenimiento que se les realiza es mínimo, ya que, las que se observaron en la auditoría debieron ser reemplazadas lo más pronto posible debido a su importancia en la seguridad.



Fotografía 7.39 Barreras impactadas que no han sido sustituidas.

- En nuestro país por sus condiciones geográficas y climáticas, se favorece que crezca la vegetación de manera frondosa, y esto es un problema, porque cubre las barreras, a lo cual se suma la falta de mantenimiento por el CONAVI.

En zonas donde son indispensables las barreras, ya sea por su diseño geométrico, por la velocidad a la que se transita o porque son zonas cuyos alrededores presentan taludes de corte o cunetas, se presentan dos situaciones: o son de longitud insuficiente o están gravemente impactadas y por ende no cumplen la función de evitar que los vehículos se salgan de la calzada o choquen con obstáculos fuera de ella, vuelquen o caigan por los desniveles existentes en los márgenes de la carretera.



Fotografía 7.40 Barrera impactada y de longitud insuficiente en su transición al pretil del puente.



Fotografía 7.41 Barreras con un impacto que le generó falla total.

- La mayor parte de las barreras fueron colocadas de manera incorrecta, ya que los postes se encuentran en sentido contrario al necesario para ser funcionales y de que en caso de ser impactadas, permitan que la barrera se deflecte y redireccione el vehículo. De la manera en que están colocadas, más bien podría ocurrir que los postes se desprendan y dejen suelta la barrera, de modo que no le brindaría ninguna contención al vehículo.



Fotografía 7.42 Colocación incorrecta de los postes del sistema de contención.

- El nivel de contención no es el requerido según las condiciones de la vía en algunos de los sectores como lo es en las cercanías del entronque de Taras con la ruta 210.
- Dada la heterogeneidad y la gran cantidad de deficiencias encontradas en los dispositivos existentes no es posible determinar si los mismos fueron instalados bajo alguna norma o criterio técnico.´
- Deficiente mantenimiento de los elementos retrorreflectivos de las barreras de contención lateral los cuales en muchos casos ya se encontraban totalmente oxidados o sucios afectando que estas barreras de contención puedan ser percibidas en horas de la noche por los conductores. Estos elementos ayudan además a los conductores a divisar de una mejor manera la vía cuando las condiciones de visibilidad son adversas.

- Falta de una adecuada poda de la vegetación en las cercanías de las barreras de contención provocando que las mismas no puedan ser apreciadas por los conductores, generando un riesgo adicional.



Fotografía 7.43 Nivel de contención insuficiente para la velocidad y condiciones topográficas de la zona.

Debido a que en toda la ruta se presenta el uso de barreras con terminales tipo cola de pez, las cuales representan un riesgo para los usuarios de la vía, es recomendable la eliminación y sustitución de ellas por unas que presenten un adecuado abatimiento y esviate de la terminación de la barrera de contención lateral.

Para establecer si se requiere la colocación de un sistema de contención, es necesario llevar a cabo un estudio en el que se observen de manera detenida, las distintas condiciones de los márgenes de la vía, así como indicadores de velocidad de la vía, ya que el requerimiento de estos sistemas no se limita simplemente a su colocación, sino a la determinación del nivel de contención necesario para las características de la zona en estudio. Por este motivo, es de gran importancia, contar con una normativa nacional que permita seguir criterios técnicos a los profesionales del área.

Para vías rápidas se recomienda el uso de barreras de acero con terminales esviadas y enterradas en el talud de corte, así como el uso de pretilas especialmente diseñados para puentes, transiciones entre la barrera de aproximación al puente y la

estructura del puente con conexiones adecuadas y resistentes a la tracción, uso de terminal atenuador tipo extrusor, transiciones y conexiones entre sistemas de acero y hormigón adecuadas y resistentes, uso de amortiguadores de impacto (redireccionables y no redireccionables).

7.3.10 Vegetación.

En la zona urbana del proyecto los problemas de vegetación son menores debido a la presencia de negocios a la orilla de la carretera. Sin embargo, la grama crece en algunas zonas, las cuales no se recortan periódicamente, caso que se presenta a la orilla de la carretera en ambos sentidos y en la mediana aunque en ella no se presentan problemas de vegetación considerable, ya que se hace un mantenimiento periódico, lo cual a la vez, ayuda a mejorar el paisaje.



Fotografía 7.44 Presencia de vegetación a lo largo de toda la carretera.

Un problema grave, es la presencia de árboles a la orilla de la carretera, los cuales no se encuentran escudados y en consecuencia, puede ocurrir que un simple percance de tipo mecánico o humano culmine en un accidente mortal.



Fotografía 7.45 Presencia de árboles en la orilla de la vía que puede provocar impactos y agrietamientos por raíces.

Para este caso, se recomienda un estudio especializado y de esta manera determinar si se requiere la colocación de un sistema de contención u otra medida como eliminación o reubicación del árbol.

Una recomendación adicional, consiste en establecer contacto con el ente encargado de la selección de la especie a sembrar, ya que muchos de los árboles que se observaron, en su edad adulta, desarrollan troncos de grandes diámetros.

Para el caso del crecimiento de la vegetación en los márgenes de la vía, se recomienda el establecimiento de un programa de control y mantenimiento de las vías, realizando podas, especialmente en aquellos sitios en los que no se haya implementado alguna otra medida de seguridad más contundente como lo es protección de cunetas y alcantarillas, sistemas de contención lateral, etc.

7.3.11 Drenajes.

Los sistemas de drenaje a lo largo de la carretera cumplen la función para los cuales fueron construidos; sin embargo, se presenta crecimiento de vegetación que interfiere con el flujo del agua en las cunetas, así como basura que demuestra la falta de mantenimiento. En términos generales, la carretera se encuentra libre de escombros y cantos rodados, excepto en la zona cercana a las antiguas estaciones de pesaje, que

presenta gran cantidad de agregado suelto, producto del deterioro de los pavimentos o por material acumulado por el paso de los vehículos pero esto es en pequeña escala.



Fotografía 7.46 Presencia de vegetación y basura en las cunetas.



Fotografía 7.47 Presencia de material suelto en la cuneta.

Fue posible observar estructuras de drenaje que presentan deficiencias como:

- Boca de entrada o salida de gran tamaño y sin protección.



Fotografía 7.48 Alcantarillas sin protección.

- Cunetas no traspasables sin protección.



Fotografía 7.49 Cunetas sin protección.

- Vegetación cubriendo las distintas estructuras.



Fotografía 7.50 Pobre visibilidad de cunetas y alcantarillas por interferencia de la vegetación.

Dado que las estructuras de drenaje son consideradas también dentro del estudio de obstáculos al margen de la vía, como se mencionó en el apartado 7.3.6, siguiendo los lineamientos de un manual especializado en el tema, se debe determinar si se requiere un sistema de contención o si se aplica alguna medida correctiva como modificar la boca de entrada y/o salida de la alcantarilla, proteger con una rejilla o tapa las alcantarillas y cunetas, eliminar muros protuberantes en las estructuras de alcantarillas, extender las alcantarillas de modo que se le de continuidad a la elevación del terreno con respecto a la de la alcantarilla, utilizar señalamiento vertical preventivo (delineadores), etc.

7.3.12 Trabajos en la vía.

En las zonas donde se están realizando trabajos, correspondientes al tramo 2 y 9 en sentido San José- Cartago se presentan situaciones bastantes particulares que deben ser atendidas ya que no se utilizan los elementos adecuados para dicha labor.

Para el caso de la zona en construcción al margen de la autopista localizada en las cercanías de Lomas de Ayarco, solamente se colocó una malla y la rotulación para advertir a los usuarios sobre los trabajos es inexistente.

Para la zona en Ochomogo donde se están realizando trabajos de estabilización de un talud la señalización es adecuada puesto que avisan con anticipación los trabajos en la vía e informan que se realizará una transición a un carril único. Sin embargo, en cuanto al uso de dispositivos para aislar y proteger las zonas de trabajo consisten únicamente de conos por lo cual es inadecuado e insuficiente ya que en caso de una situación mayor no se estaría protegiendo adecuadamente a los trabajadores ni a los usuarios de la vía.



Fotografía 7.51 Zona en construcción en el tramo 2.



Fotografía 7.52 Señalización adecuada relativa a trabajos en la vía y uso inadecuado e insuficiente de dispositivos de seguridad.

Para los casos en los que se presenta trabajos en la vía se recomienda el seguimiento de las normas establecidas en el Manual SIECA en el capítulo 6.

7.3.13 Puentes.

En esta ruta se presentan algunos puentes en los cuales las situaciones observadas son las mismas para cada uno de ellos:

- Ausencia de contención lateral en la aproximación al puente en ambos sentidos.
- Vandalismo generalizado que ha degenerado en la sustracción de las barras metálicas que actúan como sistemas de protección.
- Insuficiencia de señalamiento vertical preventivo.
- Ausencia de pintura en estas estructuras que actúe como otro dispositivo de prevención.
- Ausencia de zonas para tránsito de peatones y bicicletas al atravesar el puente.



Fotografía 7.53 Problemas de las barreras en puentes.

Dado que los problemas en los puentes reflejan una ausencia de mantenimiento, se recomienda un plan de control y mantenimiento periódico, de manera que se incluya no solo la colocación de pretiles especialmente diseñados ya sea en acero u hormigón, sino, que se refuerce la seguridad mediante el uso de barreras de protección en la aproximación de los puentes.

Otras medidas que benefician la percepción de la estructura de puente son el uso de pintura en la estructura de puente, elementos retrorreflectivos en las protecciones de puentes, señalamiento vertical preventivo sobre la cercanía de un puente, delineadores en la zona cercana al puente.

7.4 Intersecciones.

7.4.1 Intersección Hacienda Vieja.

Un problema considerable que ha persistido a lo largo de los años, presentando una gravedad ascendente, es el congestionamiento vial de este tramo, en el cual se observan una serie de violaciones a las leyes de tránsito como lo son giros ilegales, en el caso de los vehículos que vienen de Hacienda Vieja hacia Curridabat y para evitar la congestión de esta salida, atraviesan utilizando el acceso hacia Tirrases y luego incorporándose hacia Curridabat, lo cual es un movimiento que no está permitido, al igual que para los vehículos que vienen de la autopista y desean incorporarse hacia Tirrases pero debido a las largas colas que se generan en la autopista, deciden cruzar la isla que separa los dos sentidos de circulación, los carriles del sentido hacia Tres Ríos y luego incorporarse desde la ruta secundaria hacia Tirrásés.

El irrespeto al sentido de los carriles también ocurre en el sentido hacia Hacienda Vieja donde existe un carril por sentido pero que debido a la congestión los conductores deciden utilizar el carril de Curridabat-Hacienda Vieja en sentido contrario, es decir de Hacienda Vieja-Curridabat; irrespeto a la demarcación horizontal en cuanto a la zona de seguridad peatonal sobre la cual los conductores deciden conducir para crear una mejor manera de incorporarse a un movimiento particular. Todos estos movimientos se pueden ver gráficamente en la figura 7.1.

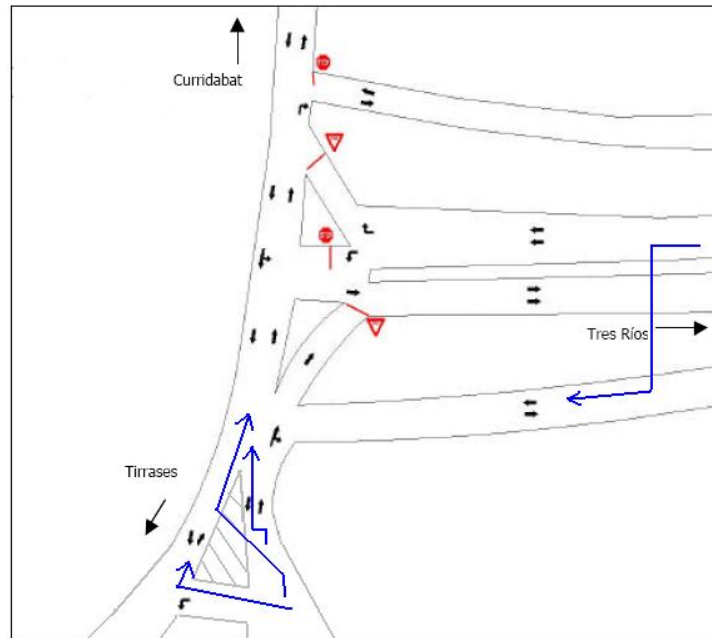


Figura 7.1 Movimientos no permitidos realizados en la intersección Hacienda Vieja.

También se pudo observar deficiencias ya mencionadas como objetos fijos sin protección referentes a postes de iluminación en la mediana, como estructuras de puentes y árboles.



Fotografía 7.54 Objetos fijos en la mediana sin protección.

Existe un pobre señalamiento horizontal con una visibilidad de 20% y también vertical reglamentario y preventivo, especialmente por la proximidad de escuelas y

colegios en esta zona, por lo que además se identifica una ausencia de facilidades peatonales.



Fotografía 7.55 Presencia de estudiantes en la vía.

Desde Hacienda Vieja, para ingresar a la autopista, existe un carril de aceleración que presenta una longitud insuficiente; sin embargo, existe espacio para implementar una longitud suficiente para realizar un movimiento de incorporación seguro.

Se recomienda intervenir esta zona para evitar los movimientos ilegales que se generan construyendo un bordillo alrededor de la isla que se ubica en la entrada de la autopista, de modo que los vehículos no puedan transitar sobre ella. Para que dicho bordillo pueda ser percibido de noche, se debe colocar captaluces en el contorno de la isla.

Se debe reforzar la demarcación horizontal y vertical en esta zona y considerar la creación de un carril de giro izquierdo para ingresar a la Autopista ya que se genera un gran congestionamiento cuando un vehículo debe realizar este movimiento.

7.4.2 Intercambio Lomas de Ayarco.

Para este intercambio la única situación que persiste es la inexistencia de carriles de aceleración; sin embargo, fueron corregidas las otras situaciones encontradas en la primera auditoría, como lo son:

- En el extremo sur del intercambio no existía demarcación horizontal ni señalamiento vertical para definir las prioridades de paso; sin embargo, actualmente sí se encuentra demarcado completamente tanto vertical como horizontalmente.
- En el extremo norte del intercambio sí existía demarcación horizontal en la zona de intersección; sin embargo, el señalamiento vertical de reglamentación de prioridad de paso se encontraba ausente, así como el señalamiento informativo de destinos en el acceso de la rampa proveniente de la carretera Florencio del Castillo. Actualmente todas estas situaciones fueron corregidas, e incluso se colocaron semáforos vehiculares y peatonales.



Fotografía 7.56 Ausencia de carril de aceleración y vallas de contención en las rampas.

Se recomienda llevar a cabo un estudio para la construcción del carril de aceleración en sentido Cartago-San José y determinar la longitud que requiere dadas las condiciones de la vía en este sector.

Otro problema de gran notoriedad, son los árboles al margen de la vía, presentando diámetros superiores a 50cm y distancias inferiores a 4m con respecto al borde de la carretera, sin la presencia de sistemas de contención y además se observaron una gran cantidad de nuevos árboles sembrados a las mismas distancias que sus predecesores. Para este caso, se recomienda realizar un estudio específico para determinar el tipo y nivel de contención, o aplicar medias como eliminación y reubicación del árbol. Además, es conveniente, coordinar con las entidades que se encargan de la escogencia de la especie y lugar de siembra, para buscar especímenes que en su edad adulta no presenten grandes diámetros.



Fotografía 7.57 Presencia de árboles al margen de la vía.

Se debe además señalar la presencia de alcantarillas dentro de la mediana y en los márgenes de la vía, con grandes aberturas y sin protección, ya sea de tapas o rejjas, como de sistemas de contención lateral.



Fotografía 7.58 Alcantarillas sin protección.

Para el caso anterior las soluciones pueden ser la implementación de sistemas de contención lateral, así como construcción de tapas o rejjas.

Las facilidades peatonales, en este sector, son inexistentes, a pesar de que se observan paradas de autobuses a ambos lados de la vía y los usuarios, en muchos casos, deben atravesar toda la carretera dada la presencia de centros poblacionales a ambos

lados de la vía. Para el caso de estas paradas de autobuses, se observó que no existe ningún tipo de protección para los usuarios y además que se ubican muy cerca de la vía.



Peatón esperando autobús

Fotografía 7.59 Ausencia de facilidades y protección para peatones.

Es necesario analizar la posibilidad de eliminar las paradas de autobuses de la autopista, especialmente porque existen calles marginales de las cuales provienen la mayor cantidad de los peatones que se observan en la vía. Sin embargo, existen zonas que requieren la construcción de puentes peatonales.

Otros problemas identificados corresponden a las cunetas, que presentan interferencia de vegetación o basura, lo cual genera que el agua se desborde, y el agua se acumule sobre la superficie de rodamiento, convirtiéndose en un posible foco de

accidentalidad. El establecimiento de un mantenimiento periódico es lo indicado para evitar esta situación.



Fotografía 7.60 Cuneta obstruida por vegetación.

La presencia de taludes de corte con pendientes pronunciadas, convierten estas zonas en un elemento que, en caso de que un vehículo pierda el control y se salga de la vía, pueda sufrir de volcamiento y por ende presentar una mayor gravedad. Por lo tanto se recomienda colocar uno sistema de contención lateral de una longitud y nivel suficiente para evitar que el vehículo se salga de la vía, o nivelar el terreno a pendientes menores (1:3) que permitan una transición suave y un espacio en el que el conductor pueda maniobrar y recuperar el control del vehículo.



Fotografía 7.61 Talud de corte no traspasable.

7.4.3 Intersección San Diego.

Previamente se señaló que esta intersección no poseía las condiciones geométricas adecuadas para garantizar la seguridad vial. Al analizar los planos proporcionados por el MOPT del diseño geométrico de la zona en cuestión, se logró determinar que dicho diseño se mantiene sin modificaciones hasta la fecha, y además al realizar una visita al sitio se pudo constatar que los radios de giro presentan una longitud insuficiente y que la visibilidad es limitada.

Al igual que en otras intersecciones, los carriles de aceleración presentan una longitud insuficiente y los vehículos se ven obligados a detenerse completamente, por lo que se tienen que incorporar a una velocidad de cero kilómetros por hora al flujo vehicular que circula inclusive a cien kilómetros por hora.



Fotografía 7.62 Radios de giro cortos y problemas de visibilidad.

Se recomienda llevar cabo un estudio de la zona para modificar el diseño geométrico con el fin de implementar carriles de incorporación con una longitud suficiente, para evitar la detención completa de los vehículos a la hora de incorporarse al flujo principal.

Los problemas de vegetación continúan y fue posible observar un caso en el que la magnitud y cercanía del árbol, afectó la carpeta asfáltica, causando agrietamiento y desprendimiento del asfalto, de modo que el agua penetra directamente en la estructura.



Fotografía 7.63 Árbol de gran tamaño a 2.5m del borde de la vía.

Un problema observado con respecto a las barreras de protección existentes, es que han sido impactadas y no fueron sustituidas, por lo que no son funcionales y no representan ningún nivel de contención ni capacidad de redireccionar un vehículo. Existen zonas que presentan el fenómeno de embolsamiento, así como desprendimiento del poste. La recomendación no solo incluye la sustitución de estos elementos, sino la evaluación del nivel de contención actual y el que realmente se requiere.



Fotografía 7.64 Barrera flexible impactada.

Se observó también una inadecuada transición entre la barrera flexible y la barrera rígida de puente, lo cual genera un problema de seguridad vial, al ser un punto de salida para un vehículo que se impacte. Esta situación debe ser corregida, mediante una adecuada colocación de la barrera.



Fotografía 7.65 Barrera flexible con transición inadecuada a la protección de puente.

7.4.4 Intercambio de Tres Ríos

La mayor deficiencia encontrada es la ausencia o insuficiencia en la longitud de barreras semi-rígidas de protección en las rampas, así como la ausencia de carriles de aceleración.

Por lo tanto se recomienda realizar un estudio y con base en el Manual SCV, determinar el nivel de contención requerido y la longitud de los sistemas a colocar. Además llevar a cabo una inspección para que la colocación se realice de manera correcta y efectiva.

Además se debe llevar a cabo un estudio de esta zona, para realizar una modificación al diseño geométrico en el cual se incluyan carriles de aceleración.

Se determinó la continuidad de los problemas en el intercambio inferior de Tres Ríos hallados en la auditoría del 2003 como:

- Ausencia de carril de desaceleración para incorporarse al movimiento hacia Tres Ríos, así como para el que va hacia San José.

- Carril auxiliar de aceleración muy corto para la maniobra Tres Ríos – Cartago.
- Presencia de radios de curvatura corto para el lazo, en la zona antes de llegar al túnel del paso inferior, en las que se colocaron delineadores de tubo metálico con material retrorreflectivo que son un punto a favor de la seguridad, pero que, fueron rellenos de concreto lo cual se convierte más bien en un objeto de peligrosidad ante un eventual accidente.
- Otro problema es la ausencia de barreras de contención en las rampas.

Se logró constatar que el problema del alto nivel de deterioro en la demarcación horizontal y vertical de la zona de intersección entre la vía marginal sur y el lazo San José – Tres Ríos fue subsanado.



Fotografía 7.66 Túnel de acceso con barras de acero.

Se recomienda la eliminación de los elementos de acero rellenos de concreto y la colocación de un sistema de contención lateral con el nivel y longitud requerido a partir de la aplicación del Manual SCV.

Se debe implementar en el diseño geométrico de esta zona, la construcción de los carriles de desaceleración para que los vehículos se incorporen al flujo principal a una velocidad segura para todos los usuarios.

Persiste el uso de barreras con terminal cola de pez y de longitud insuficiente, así como un nivel de contención para la zona superior del túnel inferior al requerido para garantizar la seguridad de los conductores.



Fotografía 7.67 Barreras de contención con terminal cola de pez y longitud insuficiente.

Fue posible observar zonas en las que se generaron accesos ilegales, tanto para ingresar a las calles marginales como a la autopista, lo cual afecta la seguridad de los usuarios ya que éstos no esperan que el vehículo que los antecede, realice un movimiento de este tipo, además de que se encuentran transitando a velocidades superiores a los 90 kph. Es necesario construir estructuras de concreto que impidan que los vehículos realicen estos movimientos y que utilicen los accesos establecidos para ingresar a las zonas al margen de la vía.



Fotografía 7.68 Accesos ilegales

Se identificó la presencia de cunetas construidas no traspasables sin protección, por lo que se recomienda la colocación de un sistema de contención o rejas que eviten que un vehículo caiga dentro de la cuneta.



Fotografía 7.69 Cuneta no traspasable sin protección.

Se han comentado la presencia de obstáculos al margen de la vía como árboles, cunetas, taludes y alcantarillas; sin embargo, en esta zona se identificó una clase diferente de obstáculo: vehículos pesados estacionados al margen de la vía de manera permanente al lado de una curva vertical y con un carril de acceso a la zona de Tres Ríos, por lo cual se convierten en un obstáculo fijo de gran rigidez y una zona donde la solución a implementar debe reforzar la seguridad vial sin interferir con el flujo vehicular, por lo tanto se recomienda la colocación de un sistema de contención fuera de la vía a lo largo de toda la zona del garaje de autobuses.



Fotografía 7.70 Obstáculos fijos al margen de la vía.

7.4.5 Lazos de Giro en U, Bomba Cristo Rey e Intersección “Antes de Taras”.

Todas las deficiencias del diseño geométrico persisten ya que no han implementado mejoras en la autopista:

- Radios de giros cortos para el lazo que permite realizar un giro en U en ambos sentidos de la autopista.
- Ausencia de carriles de desaceleración que aumentan la peligrosidad al ingresar al lazo de giro en U debido a las velocidades con las que transitan los vehículos.
- Ausencia de barreras de contención en los lazos de giro de U.
- Presencia de objetos fijos sin protección a la entrada de los lazos de giro en U.



Fotografía 7.71 Radios de giros cortos sin protección y con objetos de alta rigidez cerca de la vía.

Se recomienda revisar el diseño geométrico de esta zona, especialmente la longitud y peralte de los radios de los lazos y llevar a cabo implementaciones para incrementar la seguridad vial.

Es necesaria la implementación de sistemas de contención lateral dada la geometría y la presencia de elementos rígidos al margen de los lazos.

7.4.6 Intersección Taras.

Al llegar a esta intersección se debe transitar por una pendiente descendente con curvas de radio amplio pero en las que la longitud y el estado de las barras de contención lateral no es óptimo al igual que el nivel de contención que brindan. Se observó que la disposición y colocación de estos sistemas se hizo de manera inadecuada, ya que presentan el poste en sentido opuesto al requerido para que se efectúe su función de contención.



Fotografía 7.72 Sistema de contención con una inadecuada colocación.

Se recomienda la sustitución de las barreras impactadas y además la implementación del Manual SCV para determinar el tipo y nivel de contención requerido en esta zona.

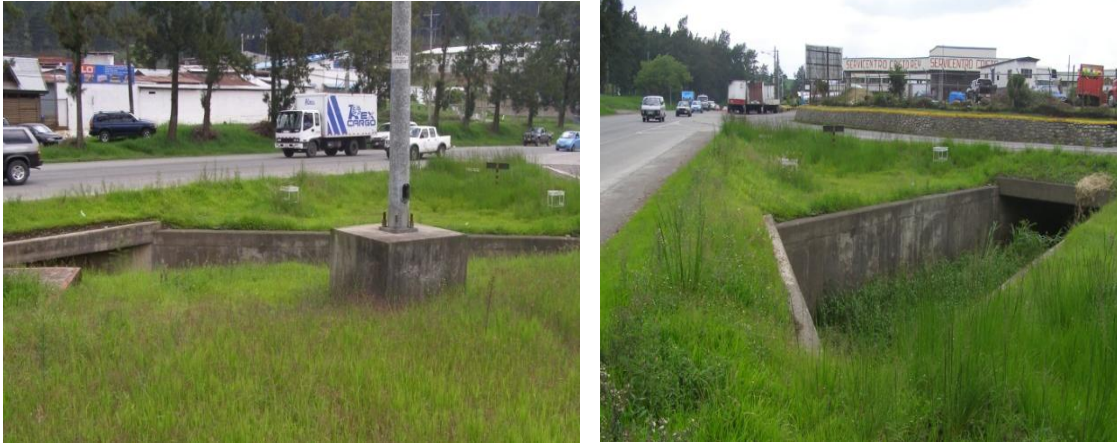
Existen reductores de velocidad conocidos como trepidadores al final de la autopista, los cuales generan una vibración al transitar sobre ellos que obliga a los usuarios a reducir a velocidad para así poder incorporarse a la maniobra posterior.



Fotografía 7.73 Reductores de velocidad conocido como trepidadores.

La presencia de obstáculos de gran magnitud en el lazo de giro para incorporarse al movimiento Cartago-San José, presenta un grave problema de seguridad dada la falta

de protección de estos elementos y la geometría de la carretera. Se debe estudiar el nivel de contención requerido además de la construcción de una estructura que proteja la alcantarilla, ya sea una tapa de concreto o una reja.



Fotografía 7.74 Obstáculos al margen de la vía.

7.5 Identificación de puntos conflictivos.

Es posible establecer una relación entre la infraestructura vial y la culminación de un accidente en muerte de los involucrados al acudir al lugar de los hechos y analizar el entorno, ya que existen elementos en la infraestructura vial y en los dispositivos de seguridad de la misma que, de no ser colocados adecuadamente o de no cumplir con la normativa vigente, o en su defecto, de no existir; le imprimen un grado mayor al percance, e inclusive, hasta generar consecuencias fatales para los involucrados en el accidente.

En nuestro país, como se vio en el capítulo 4, la concentración de accidentes se ubica en el cantón de La Unión, en el kilómetro 13 y 14 principalmente el cual corresponde al sector cercano al centro comercial Terra Mall.

Para el año 2007 se registraron 4 muertos en dicha autopista, y en el 2008 hasta el mes de octubre se contabilizaron nueve personas fallecidas, de las cuales, la mayoría corresponde a peatones atropellados en la vía, y el resto a vuelcos o choques en los cuales, la infraestructura vial en la zona del percance, presentaba deficiencias que, en el

momento de generarse el accidente por falla humana o mecánica, contribuyó a que el desenlace fuera fatal para el usuario involucrado.

Una y otra vez los peatones siguen cometiendo imprudencias en las carreteras, y justamente lo anterior constituye la principal causa de muertes en carretera. En lo que va del año son 33 los fallecidos, de las situaciones más lamentables, está la muerte de personas por atropello en autopistas a escasos metros de los puentes peatonales, y es que las malas decisiones mientras atravesaban rutas costó la vida a muchos de ellos, sobre todo por no utilizar las facilidades peatonales que de hecho existían en el sector de la autopista donde más decesos se registran.

Justamente las autoridades de tránsito se enfocan desde hace meses en combatir esta situación, ya que las investigaciones comprueban que la mayoría de estos casos se pudieron evitar con el uso de puentes peatonales, cruzar en las esquinas y respetar la luz del semáforo, o bien, caminar frente al tránsito y con ropa clara o reflectante cuando no hay aceras o es de noche.

Un tema que no se escapa y también es valorado por el Ministerio de Transportes es el de los ciclistas. Pese a la prohibición de tránsito por rutas de alta velocidad, como las autopistas, es común ver a ciclistas utilizar la Florencio del Castillo o la Braulio Carrillo como campo de entrenamiento.

Incluso hay casos en que los atropellos y muerte de ciclistas embestidos por automotores obedecen a que éstos circulan de noche, sin luces o en condiciones de poca claridad o visibilidad y sin ropa clara o reflectante.

Otro aspecto en detrimento de los aficionados a las bicicletas es que no consideran necesario el uso de dispositivos de protección como cascos, coderas, rodilleras y otros.

El mal diseño de la infraestructura vial contribuye y aumenta la gravedad de los accidentes de tránsito.

Según el LanammeUCR, el 57% de los accidentes que ocurren en las vías son responsabilidad tanto de factores humanos como del estado de las carreteras. Los accidentes por salirse de la vía, en los que un vehículo abandona la calle e intercepta un obstáculo, representan el 35% de las muertes en las calles nacionales.

Entre los accidentes registrados están algunos en los que el conductor transitaba sobre la autopista a una velocidad de más de 80 km y se encontró con un animal en la vía y al realizar la maniobra evasiva el vehículo derrapó saliéndose de la carretera e impactando de manera fatal contra un elemento estructural rígido y sin protección. A continuación se muestra la fotografía del accidente en cuestión



Figura 7.2 Accidente mortal con impacto a poste de iluminación.

Fuente. Periódico La Prensa Libre

En la descripción hecha por parte de los oficiales de tránsito se destacan factores que califican como justificantes del siniestro, pasando por alto la responsabilidad del estado de la infraestructura vial, tal y como ha sucedido durante tantos años, de modo que no se logran implementar medidas adecuadas y por lo tanto, continúan ocurriendo esta clase de situaciones.

Se señala que el chofer conducía a más de 80 km/h, sin embargo al realizar la auditoría, la señalización vertical correspondiente a velocidades permitidas son prácticamente inexistentes y no acordes con las condiciones de la vía, ya que los usuarios, en su mayoría transitan a esas velocidades ya que no hay una regulación evidente y la carretera está en un estado tal que permite a los usuarios alcanzar esas velocidades y sentir un buen comportamiento del vehículo.

Un accidente similar al anterior ocurrido por el sector de la tienda Pasoca en Tres Ríos en el año 2006; la causa se identificó (según el parte oficial) como una falla

mecánica, la cual finalizó en muerte debido a que el vehículo impactó con un poste de luz empotrado en una base rígida de concreto; por lo tanto, un accidente que pudo haber sido de gravedad moderada o alta por efecto de la velocidad y el impacto, culminó en la pérdida de dos vidas por la falta de implementación de elementos que tengan como una de sus premisas la seguridad, en este caso como lo son bases quebradizas al impacto o barreras de protección.



Figura 7.3 Accidente mortal con impacto a poste de iluminación con base de concreto.

Fuente. Periódico La Prensa Libre

Otra situación no mencionada es que, a pesar de que en este sector de San Juan de La Unión, donde ocurrió este accidente, existe espaldón en el costado derecho de la vía, no hay una longitud libre entre la carretera y la mediana, de modo que al salirse el vehículo de la carretera no tiene espacio para detenerse o maniobrar para reducir la velocidad, sino que inmediatamente se encuentra con la infraestructura rígida, en este caso, postes de iluminación sin protección, de modo que el impacto es directo y con pocas posibilidades de esquivarlo.

Otra situación que debe tenerse presente, es la colocación de las barreras de contención, ya que, en nuestro país las barreras colocadas en las carreteras no dan protección a los vehículos en caso de accidentes ya que no se está haciendo de manera correcta, sino que los postes se están colocando en sentido contrario y de esa manera no se genera deflexión en la barrera, sino desprendimientos de la misma, de ahí la

importancia seguir criterios técnicos al ubicarlas mediante la elaboración de manuales que incluyan esta normativa.

Las barreras que están a lo largo de nuestras carreteras, presentan serias deficiencias ya que, según investigaciones efectuados por el LanammeUCR, no se hicieron estudios ni diseños específicos antes de su colocación, se utilizaron materiales inapropiados, sobre todo en los postes que sostienen las vigas para contención, en muchos casos se usan postes de "perling" sin que se haya demostrado su idoneidad para las barreras de contención, en otros casos, los materiales son de mala calidad y la estructura se desprende fácilmente al ser golpeada por un carro y sobre todo no reciben mantenimiento y las dañadas no se sustituyen.

Para mencionar un caso distinto, en el que murió un peatón como consecuencia de un vuelco de un camión, mientras éste transitaba a un lado de la carretera, que como se observa en la fotografía no contaba con aceras a pesar del desarrollo habitacional de la zona donde ocurrió, la cual corresponde a las cercanías de la entrada a Tres Ríos y en donde el espaldón presenta un ancho de menos de un metro lo cual se corroboró al realizar la visita al lugar del suceso.

También fue notoria la ausencia de barreras de contención y lógicamente la ubicación de las aceras protegidas por ellas. Es más que evidente que la deficiencia de la infraestructura vial adecuada para salvaguardar la vida de los peatones fue la responsable de este deceso, dejando a un lado la posibilidad de que el peatón, en caso de existir dicha infraestructura, cometiera una imprudencia, ya que en este caso no existía otra opción más que transitar al lado de la carretera sin ninguna protección.



Figura 7.4 Accidente mortal por volcamiento sobre un peatón viajando por el espaldón.

Fuente. Periódico La Prensa Libre

Otro tipo de accidente asociado con los peatones pero referente a imprudencias cometidas por los mismos, es el fallecimiento de éstos al cruzar la autopista en una zona inadecuada, cuando a unos metros de distancia de los puntos con un mayor índice de este tipo de accidente, se cuenta con puentes peatonales. Sin embargo, a la hora de colocar un puente los diseñadores deben considerar no solo aspectos técnicos, sino del comportamiento humano y tomarlos en cuenta a la hora de determinar el sitio de paso.

El sector que reporta una mayor cantidad de este tipo de decesos se ubica en las cercanías del Terra Mall, donde los peatones han destruido la malla de protección que se coloca en la mediana con el fin de impedirles el paso por un sector que no sea el puente peatonal.

Otra causa está asociada con las paradas de autobuses, no solo por encontrarse sobre la autopista, sino por realizar las paradas antes del puente, de modo que los peatonas cruzan en el mismo punto donde el autobús los deja, sin utilizar los puentes peatonales existentes.

Todas las situaciones anteriores son el reflejo de lo ya expuesto y encontrado en la auditoría, por lo que la falta de implementación de medidas correctivas como las que se sugerirán en el último capítulo de este trabajo, no permitirá que la gravedad de los accidentes se mantenga dentro de unos niveles controlados, al menos en este sentido.

En la mayoría de los accidentes, según lo describieron los oficiales de tránsito y de lo que se observó en las visitas de campo al sector de La Unión y Tres Ríos, no es un problema del diseño de la vía, sino más bien es algo aún más sencillo de subsanar como protección a objetos fijos, mantenimiento de las vallas impactadas, uso de los puentes peatonales, creación de aceras, etc; y sobre todo una mayor educación en el tema de seguridad vial para conductores y peatones.

7.6 Mediciones de velocidad.

Dentro de los estudios de tránsito que se pueden realizar para recolectar información que describa las condiciones de la vía se encuentran los estudios dinámicos de tránsito, los cuales abarcan estudios de velocidad, volumen de tránsito, tiempo y demoras de viaje, estacionamientos y choques.

La velocidad empleada en el diseño de una vía, es la máxima velocidad segura que puede desarrollarse en dicha vía; sin embargo, la evidencia ha demostrado que el comportamiento de los conductores en cuanto a velocidad observada, no necesariamente son las consideradas en el diseño.

Los estudios de velocidad en el sitio se realizan para estimar la distribución de la velocidad de los vehículos en un flujo vehicular y en lugar específico en una carretera, mediante el registro de las velocidades de los diferentes tipos de vehículos mediante el uso de un radar.

Para establecer parámetros para la operación y control de tránsito, se utiliza el percentil 85, ya que mediante dicho valor, se puede determinar el valor límite de velocidad de operación de un camino, ya que éste representa la velocidad por debajo de la cual viaja el 85% de los vehículos y por arriba de la cual viaja el 15% de los vehículos, y de esta manera establecer zonas de velocidad restringida, determinar si el señalamiento instalado es adecuado, evaluar la consistencia del diseño geométrico, analizar accidentalidad para diferentes características de velocidad, y otras aplicaciones.

La ubicación de los distintos sitios en los que se realizarán los estudios de velocidad está sujeta a las siguientes condiciones:

- Presencia de diferentes condiciones de tránsito.

- En secciones planas de las carreteras.
- Sitios donde a criterio del examinador, existe un problema específico de tránsito.

Es de gran importancia que al realizar un estudio de velocidades, se reduzca al máximo el sesgo en las mediciones, para lo cual requiere que los conductores no se percaten de la realización del estudio y reduzcan las velocidades.

Para llevar a cabo este estudio en la Autopista Florencio del Castillo, se establecieron los siguientes puntos:

- Puntos 1 y 2: ubicados en las cercanías de la zona residencial Lomas de Ayarco Sur, en ambos sentidos de circulación.
- Punto 3: En el sector cercano al acceso de la comunidad de San Diego, en sentido San José-Cartago.
- Punto 4: Posterior al Intercambio Tres Ríos en sentido San José-Cartago.
- Punto 5: Antes del puente del Fierro, sentido Cartago-San José.
- Puntos 6 y 7: Zona industrial en Ochomogo, en ambos sentidos de circulación.
- Puntos 8 y 9: Anterior a la intersección de la ruta 2 con la ruta 230, en ambos sentidos de circulación.

Se consultó además, trabajos de graduación y estudios de velocidad del Departamento de Estudios y Diseños del MOPT.

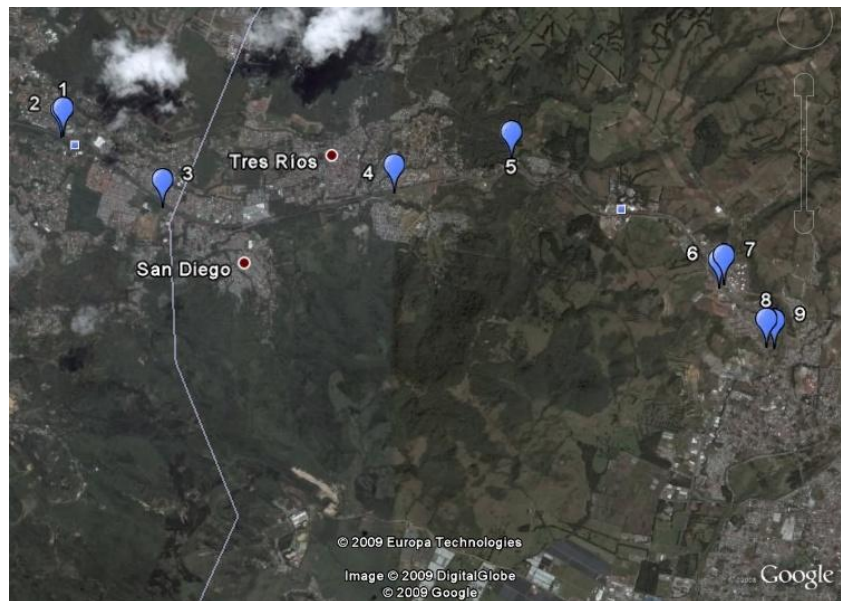


Figura 7.5 Puntos de conteo de velocidades.

La duración de cada medición por punto fue de una hora, y en promedio se registraron 400 vehículos en cada estación de medición.

La velocidad promedio de los vehículos en el sitio se obtiene mediante el promedio o media calculada de todas las velocidades de los vehículos en ese lugar. Entre mayor sea la muestra, es mayor la probabilidad de que la media estimada y la media verdadera, tengan valores muy cercanos.

La obtención del percentil 85 y la velocidad 15% son parámetros que indican a qué velocidad viajan la mayor parte de los vehículos, para determinar si sobrepasa el límite establecido, así como la velocidad media de los vehículos más lentos que transitan la vía.

En la siguiente tabla se muestran los resultados del análisis estadístico del percentil 85 y además, las velocidades señalizadas en la autopista:

Tabla 7.1 Valores de velocidad de operación y de velocidad permitida.

| Punto | Velocidad percentil 85 (V_{85}) [km/h] | Velocidad 15% [km/h] | Velocidad señalizada permisible [km/h] |
|--------------|--|---------------------------------|---|
| 1 | 96 | 64 | 90 |
| 2 | 95 | 63 | 90 |
| 3 | 90 | 63 | 60 |
| 4 | 88 | 64 | 90 |
| 5 | 74 | 56 | 90 |
| 6 | 79 | 56 | 90 |
| 7 | 80 | 54 | 90 |
| 8 | 77 | 52 | 90 |
| 9 | 75 | 50 | 90 |

Fuente. La autora

Las velocidades permitidas en estos sectores indican una velocidad máxima de 90 kph y una velocidad mínima de 60 kph, aunque existían zonas en la salida de los pasos a desnivel señalizadas con una velocidad de 40 kph; sin embargo no eran zonas cercanas a los puntos de conteo.

Los datos mostrados en la tabla 7.1 revelan un comportamiento de velocidades, por encima de los valores máximos permitidos en los puntos 1 a 3, mientras que para los puntos 4 a 9 todas las velocidades se encuentran por debajo de los 90 kph permitidos para estas condiciones de la vía. De esta manera se logró determinar, que efectivamente, una porción importante de los conductores eligen una velocidad superior a la de diseño para velocidades superiores a 90 kph.

Si se observa el diseño y condiciones de la carretera en la que se encuentran inmersos los puntos 1 a 3, la vía permiten que los conductores desarrollen velocidades altas debido a la presencia de curvas de radios amplios, presencia de secciones rectas, existencia de calles marginales y desarrollo poblacional alejado del margen de la autopista, buen estado de la superficie de rodamiento, pendientes suaves, etc.

Para el caso de los otros puntos (del 4 al 9), éstos se ubican a partir de la segunda entrada a Tres Ríos, y es a partir de este sector, donde inicia la presencia de curvas sucesivas horizontales y verticales de radios menores, también donde inicia un cambio en la alineación de la carretera por la presencia de pendientes más fuertes, se presentan los carriles de retorno en las zona de Ochomogo y Cristo Rey, el estado de la superficie de rodamiento no es óptima, existe presencia de neblina, el sentido Cartago-San José es descendente en esta zona, de modo que los conductores son más precavidos en cuanto a transitar a altas velocidades, incluso haciéndolo a velocidades inferiores a los 60 kph.

Idealmente, la velocidad real de recorrido no debe superar en más de 10 kph a la velocidad señalizada, ya que de esta manera, los conductores encontrarán en su recorrido, elementos con características geométricas diseñadas para una velocidad que, en comparación con la de operación, no presentará grandes inconsistencias y por ende no se generarán maniobras inseguras. Por lo tanto para esta ruta, según el estudio de velocidades, la velocidad utilizada por la mayoría de los conductores es consistente con el diseño; sin embargo, de manera individual, se registraron vehículos que alcanzaban velocidades de hasta 142 kph (punto 9).

También se observa de los resultados de la tabla 7.1 que en los casos en que la velocidad es inferior a la máxima permisible, ésta no se reduce en más de 10 kph, lo cual es adecuado, ya que de esta forma no se presentan diferencias abruptas entre las velocidades de varios conductores que circulen por un mismo tramo, y por ende, se disminuyen las posibilidades de accidentes por disminución de velocidad.

El detalle de todas las mediciones obtenidas se aprecian en el Anexo B.

7.7 Ejercicio de validación del Manual SCV.

Una vez que se efectuó el trabajo de campo y se contaba con toda la información necesaria en las tablas elaboradas (ver figura 4.1) , se procesaron los datos de manera electrónica en una tabla de este mismo tipo, en donde se incluía además el perfil (digitalizado) del terreno en cada unos de los puntos, esto con el fin de mantener una perspectiva clara para llevar a cabo el análisis a partir de los criterios técnicos establecidos en el Manual.

Tal y como se demostró mediante la auditoría, las deficiencias en los dispositivos que le imprimen una mayor seguridad vial a la autopista, están presentes en todos los tramos, y por ende, lo están en las secciones de control que se establecieron para esta parte del trabajo. Entre los obstáculos y deficiencias comunes se tiene:

- Árboles cerca de la vía.
- Cunetas naturales y construidas no traspasables y sin protección.
- Taludes sin protección.
- Columnas de puentes sin protección.
- Dispositivos de contención lateral inexistentes o de longitud insuficiente.
- Inadecuada colocación de los dispositivos de contención lateral.
- Postes de luz en la medianera con bases rígidas y sin protección.
- Alcantarillas sin protección.

7.7.1 Árboles y postes cerca de la vía.

A continuación se presentarán algunos de los casos más comunes y persistentes a lo largo de la ruta, en los que se presentan árboles en distintos puntos de los márgenes de la vía y con distintos diámetros identificados en diversas secciones de control, así como postes de alumbrado y de servicio sin protección y con bases rígidas. Aplicando los criterios del Manual, se realizará la recomendación correspondiente. Sin embargo, se deben definir algunos términos de acuerdo con la nomenclatura del Manual:

SJ: San José

CA: Cartago




L0: Diámetro del obstáculo

L3: Distancia desde el borde de la vía hasta la cara frontal del obstáculo

ZLD: Zona libre disponible

ZLMN: Zona libre mínima necesaria



ZLN: Zona libre necesaria



| CONDICIÓN ACTUAL | DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN | CÁLCULOS | RECOMENDACIÓN |
|---|--|--|--|
|  | <p>Sección: 2 Sentido: SJ-CA L0: 0.40 m L3: 5.36 m Vel. Serv.: 95 km/h</p> | <p>ZLD: 5.36 m ZLMN: 8 m ZLN: 10.6 m</p> | <p>Debido a que el diámetro es mayor a 10 cm y que se ubica dentro de la ZLN, representa un peligro potencial que requiere la colocación de un sistema de contención H1.</p> |
|  | <p>Sección: 24 Sentido: SJ-CA L0: 0.75 m L3: 4.8 m Vel. Serv.: 90 km/h</p> | <p>ZLD: 4.8 m ZLMN: 8 m ZLN: 8.1 m</p> | <p>Los árboles se encuentran dentro de la ZLN y presentan diámetros mayores a 10 cm, por lo tanto se recomienda proteger esta zona con un sistema de contención H1.</p> |
|  | <p>Sección: 16 Sentido: SJ-CA L0: 1.5 m L3: 3 m Vel. Serv.: 90 km/h</p> | <p>ZLD: 3 m ZLMN: 8 m ZLN: 8 m</p> | <p>Debido a la cercanía del árbol respecto al borde de la vía y su alto grado de rigidez es recomendable la remoción del mismo y colocación de árboles que no alcancen diámetros de esta magnitud en su madurez.</p> |

| | | | |
|--|---|--|--|
|  | <p>Sección: 72 Sentido: SA-CA L0: 0.60 m L3: 5.25 m Vel. Serv.: 79 km/h</p> | <p>ZLD: 5.25 m ZLMN: 6 m ZLN: 6 m</p> | <p>El poste de servicio cuenta con una base rígida de 0.6mx0.6m no quebradiza al impacto y se encuentra dentro de la zona libre necesaria. Según las condiciones de esta vía se requiere un nivel de contención N2.</p> |
|  | <p>Sección: 44 Sentido: Ambos L0: 0.32 m L3: 6.99 m Vel. Serv.: 90 km/h</p> | <p>ZLD: 6.99 m ZLMN: 8 m ZLN: 9.25 m</p> | <p>El poste de alumbrado se encuentra dentro de la ZLN convirtiéndose en un peligro potencial, cuenta con una base rígida no colapsable sin protección por lo que se recomienda colocar un sistema de contención H2 a ambos lados de la vía.</p> |

7.7.2 Cunetas naturales y construidas no traspasables y sin protección.

Un problema persistente en los márgenes de la vía es la presencia de cunetas naturales cubiertas por la abundante vegetación y con secciones de gran tamaño así como cunetas construidas con pendientes que a simple vista, parecen no ser traspasables, por lo tanto se realizaron mediciones de las pendientes de ambas caras de la cuneta, así como su ancho, profundidad, alejamiento del borde de la vía, y a partir de estos datos se aplicaron los criterios del manual para determinar si efectivamente eran cunetas que representaban un peligro potencial.

| CONDICIÓN ACTUAL | DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN | CÁLCULOS | RECOMENDACIÓN |
|---|--|--|--|
|  | Sección: 39 Sentido: SJ-CA L0: 13.6 m L3: 5.1 m Vel. Serv.: 88 km/h | ZLD: 5.1 m ZLMN: 8 m ZLN: 10.4 m | La pendiente negativa es mayor a 1:3 y la positiva es mayor a 1:2, además se ubica dentro de la zona libre necesaria por lo tanto se recomienda nivelar el terreno. Una recomendación adicional es la construcción de tapas de concreto para proteger este tipo de elemento. |
|  | Sección: 35 Sentido: SA-CA L0: 117 m L3: 7.85m LA: 9.45 m Vel. Serv.: 95 km/h | ZLD: 7.85 m ZLMN: 8 m ZLN: 8 m | El canal natural presenta una sección trapezoidal no traspasable, que se ubica dentro de la zona libre necesaria por lo que representa un peligro potencia. Se recomienda tapar el canal y nivelar el terreno para lograr una pendiente más suave (1:6). |

| | | | |
|--|--|--|---|
|  | <p>Sección: 13</p> <p>Sentido: CA-SJ</p> <p>L0: 0.90 m</p> <p>L3: 11.5 m</p> <p>Vel. Serv.: 95 km/h</p> | <p>ZLD: 11.5 m</p> <p>ZLMN: 8m</p> <p>ZLN: 8m</p> | <p>Este canal natural profundo se encuentra fuera del zona libre necesaria por lo que no representa un peligro.</p> |
|  | <p>Sección: 66</p> <p>Si (-): 30°</p> <p>Si (+): 30°</p> <p>Wi: 0.38 m</p> <p>L3: 2.5 m</p> <p>Vel. Serv.: 88 km/h</p> | <p>ZLD: 2.5 m</p> <p>ZLMN: 8 m</p> <p>ZLN: 8 m</p> | <p>Esta cuneta presenta pendientes superiores a las recomendadas por el manual (1:3) por lo tanto se debe tapar la cuneta ya que no es traspasable.</p> |

7.7.3 Elementos en puentes

| CONDICIÓN ACTUAL | DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN | CALCULOS | RECOMENDACIÓN |
|--|--|--|---|
|  | <p>Sección: 10 Sentido: SA-CA L0: 1.2 m L3: 4m Vel. Serv.: 88 km/h</p> | <p>ZLD: 4 m ZLMN: 8 m ZLN: 8 m</p> | <p>Dado que las columnas del puente están dentro de la zona libre necesaria, se recomienda colocar un nivel de contención H1.</p> |
|  | <p>Sección: 26 Sentido: SJ-CA L3: 2.5m Vel. Serv.: 88 km/h</p> | <p>ZLD: 2.5 m ZLMN: 8m ZLN: 8m</p> | <p>En esta zonal las barreras presentan terminales cola de pez, longitudes insuficientes en la aproximación de puentes y en la transición hacia la barrera rígida del puente, el anclaje al final de la barrera es inadecuado. Por lo tanto se recomienda colocar las barreras de manera que presenten abatimiento al final de la misma y que la transición al Puente sea adecuada.</p> |

7.7.4 Otros obstáculos al margen de la vía.

| | | | |
|---|---|--|--|
|  | <p>Sección: 35 Sentido: SA-CA L0: 5 m L3: 2.4 m Vel. Serv.: 95 km/h</p> | <p>ZLD: 2.4 m ZLMN: 8 m ZLN: 8 m</p> | <p>El talud no es traspasable, presenta una altura mayor a 1.2 m y se ubica dentro de la zona libre necesaria, por lo que puede provocar volcamiento del vehículo al impactar. Se recomienda remover el montículo y nivelar el terreno (1:6).</p> |
|  | <p>Sección: 42 Sentido: SJ-CA L0: 3.2 m L3: 4.6 m LA: 8.6 m Vel. Serv.: 95 km/h</p> | <p>ZLD: 4.6 m ZLMN: 8 m ZLN: 8 m</p> | <p>La alcantarilla presenta una profundidad considerable con la presencia de una estructura rígida gran tamaño, y se ubica dentro de la zona libre necesaria por lo que se recomienda colocar un sistema de contención H1 dado el gran tamaño de la zona a proteger.</p> |
|  | <p>Sección: 9 Sentido: SJ-CA Si: 14° Wi: 5.53 m L3: 7.33 m Vel. Serv.: 90 km/h</p> | <p>ZLD: 7.33 m ZLMN: 8 m ZLN: 10.8 m</p> | <p>El talud de corte presenta una pendiente fuerte por lo tanto se recomienda nivelar el terreno, de manera que se obtenga una zona libre de al menos 8 metros y además por la presencia de postes en dicha zona, colocar un sistema de contención H1.</p> |

| | | | |
|---|---|---|---|
|  | <p>Sección: 17 Sentido: CA-SJ LA: 6.08 m L3: 4.48 m Vel. Serv.: 90 km/h</p> | <p>ZLD: 4.48 m ZLMN: 8m ZLN: 8m</p> | <p>El montículo presenta una altura superior a 1.2 m con un mojón dentro de la zona libre necesaria por lo tanto se recomienda remover el montículo y colocar el mojón fuera de la zona libre.</p> |
|  | <p>Sección: 95 Sentido: CA-SJ L0: 1.8m L3: 5m Vel. Serv.: 90 km/h</p> | <p>ZLD: 5m ZLMN: 8 m ZLN: 8m</p> | <p>El tragante presenta una sección de 1.8m de largo por 1.7 m de ancho, se ubica en la mediana y no existe un sistema de contención ni tapa que lo proteja, y dado que se ubican dentro de la zona libre necesaria se recomienda tapar el tragante y colocar un sistema de contención H1 en toda la mediana en ambos sentidos.</p> |
|  | <p>Sección: 31 Sentido: CA-SJ L0: 0.13m L3: 4.15m Vel. Serv.: 95 km/h</p> | <p>ZLD: 4.15m ZLMN: 8m ZLN: 8m</p> | <p>Los postes se encuentran dentro de la zona libre necesaria y además están rellenos de concreto con lo cual aumenta su rigidez y nivel de peligrosidad. Por lo tanto se recomienda eliminarlos.</p> |

| | | | |
|--|---|---|--|
|  | <p>Sección: 50 Sentido: CA-SJ L3: 1.60 m Vel. Serv.: 77 km/h</p> | <p>ZLD: 1.60 m ZLMN: 7.80m ZLN:7.80 m</p> | <p>El sistema de contención colocado presenta un grave problema de colocación, ya que sus postes se colocaron en sentido contrario al requerido para ejercer su función. Se recomienda que, debido a la presencia de una pendiente fuerte en la mediana, se coloque un nivel de contención H2.</p> |
|  | <p>Sección:58 Sentido: CA-SJ L0: 2.25 m Vel. Serv.: 80 km/h</p> | <p>ZLD: 2.25 m ZLMN: 9m ZLN: 9m</p> | <p>Debido a la presencia de desarrollos de viviendas al margen de la vía dentro de la zona libre, se recomienda la colocación de un sistema de contención H2.</p> |

CAPITULO 8: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones.

En este documento se presentó el desarrollo y aplicación de una metodología para realizar Auditorías en Seguridad Vial como parte de un proyecto de investigación y además se brindaron distintas soluciones para cada uno de los problemas encontrados y de manera específica para las condiciones al margen de la vía.

Todos los sistemas de tránsito son altamente complejos y entrañan riesgos para la salud humana. Los elementos de estos sistemas son los vehículos motorizados, la vía pública y sus usuarios, así como su entorno físico, social y económico. Para que un sistema de tránsito sea menos peligroso es necesario adoptar un "enfoque sistémico", esto es, entender el sistema como un conjunto y como la interacción entre sus elementos, e identificar las intervenciones posibles. En particular, es necesario reconocer que el cuerpo humano es muy vulnerable a los traumatismos y que los seres humanos cometen errores. Un sistema de tránsito vial seguro tiene en cuenta la vulnerabilidad y la falibilidad humanas, y las compensa.

El desarrollo de esta metodología pretende estimular la realización de estudios de seguridad en cuanto al entorno de una carretera para que los resultados de estos estudios y todos aquellos relacionados con la seguridad vial, contribuyan a reducir la tasa de accidentes que ocurren en nuestro país, influyendo positivamente dentro del campo de la ingeniería y de la sociedad en general. Los componentes de la educación, aplicación de la ley y sistemas de emergencias eficientes, deben ser optimizados, unidos al componente de la ingeniería dentro de los planes gubernamentales.

El desarrollo de Auditorías en Seguridad Vial contribuye directamente al componente de la ingeniería dentro del concepto de seguridad vial. Este hallazgo indica que el problema de los accidentes vehiculares no son solo por falla humana, si no que influyen considerablemente el diseño geométrico y los dispositivos que se encuentren instalados; adicionalmente, si las instituciones del estado no realizan estudios de seguridad complementando las Auditorías, se presentarán problemas más adelante. La seguridad vial es una responsabilidad compartida. La reducción del riesgo en los sistemas de tránsito del mundo requiere el compromiso y la adopción de decisiones fundamentadas

por parte del gobierno, el sector industrial, las organizaciones no gubernamentales y los organismos internacionales, y la participación de profesionales de muchas disciplinas diferentes, como ingenieros viales, agentes encargados de la aplicación de la ley y personal de salud, así como grupos comunitarios.

Debido a que en nuestro país la práctica de este tipo de metodologías se realiza formalmente desde hace 7 años aproximadamente, se deben tomar como base los estudios hechos en países con una mayor trayectoria y experiencia en el tema, por lo que a partir de un repaso de literatura comprensivo sobre el estado del arte de Auditorías de Seguridad Vial aplicable a carreteras en operación y de las listas de cotejo desarrolladas por ellos, se pueden implementar en nuestro país mediante evaluación, inspección y cuantificación de la condición de una red existente y su mobiliario, aplicando estos conceptos de una manera integrada con mediciones y fotografías de diferentes condiciones de la infraestructura vial y la opinión de personas con criterio en el tema.

Es fundamental contar con los dispositivos adecuados, dado que es una zona en la cual se producen bastantes accidentes debido a ausencia de barreras, barreras impactadas, falta de facilidades peatonales, etc. os dispositivos de seguridad en el tránsito necesitan de un mayor mantenimiento para que cumplan efectivamente con su propósito.

El estado de la superficie de rodamiento es un factor determinante en la ocurrencia de accidentes en la vía bajos ciertas condiciones, y su condición es evidente mediante inspección ocular, por lo tanto se debe procurar mantenerla en las mejores condiciones para reducir los riesgos y aumentar la seguridad en la vía.

Las carreteras urbanas deben encontrarse completamente libres de objetos en un ancho suficiente como para que, en caso de una eventual falla mecánica o humana, el conductor pueda realizar una maniobra evasiva sin riesgo de impactar un objeto que se encuentre muy cerca de la orilla de la carretera.

Existen dispositivos que no cumplen con la normativa, como son las vallas semirrígidas, las cuales ya no se utilizan en otros países debido a que se ha determinado su peligrosidad en un accidente, de modo que, en vez de proteger la vida humana en un choque, puede, convertirse en el causante de la muerte de una persona. Las terminales utilizadas en nuestro país son las denominadas "cola de pez" y su desuso surgió a causa de accidentes donde la parte final de la barrera o la cola se incrusta en el vehículo,

convirtiéndose en un elemento bastante riesgoso al atravesar el parabrisas de los vehículos.

El mayor valor de barreras impactadas corresponde a un 34%, sin embargo, el mantenimiento que se les realiza es mínimo, ya que desde el momento inicial de la auditoría y transcurridos alrededor de 12 meses, en las secciones de vallas impactadas, no se realizó mantenimiento de las mismas.

Por su situación geográfica, la localización de Costa Rica favorece que crezca la vegetación de manera frondosa, y esto es un problema, porque cubre las barreras y las señales de tránsito.

La demarcación del pavimento es adecuado; sin embargo, hay secciones donde la pintura está comenzando a desaparecer, sobre todo en la sección 4, sentido San José-Cartago; y en la primera sección en Hacienda Vieja, para el giro hacia la derecha saliendo de la autopista, donde desapareció completamente el señalamiento horizontal de Ceda.

En las tres zonas de trabajo encontradas en las secciones dos y diez, se observaron inconsistencias en las señales de precaución, donde la primera zona de trabajo solo contaba con una; la segunda era limpieza de cunetas y solo contaba con conos y una señal de precaución a una distancia muy corta previo a la zona de trabajo y el tercero que correspondía a la estabilización del talud en Ochomogo, estaba mejor señalizada informando incluso de la transición a un carril con 100 m de anticipación.

El espaldón es un elemento que cumple una serie de funciones dentro de la dinámica de una carretera, por lo que el incumplimiento de anchos de espaldón a lo largo de la autopista e incluso zonas donde desaparece completamente, así como mal estado del mismo, afecta enormemente a los distintos usuarios de la misma.

Uno de los problemas más graves observado es la ausencia de rotulación alusiva a velocidades máximas permitidas, por lo que al ingresar a zonas de mayor desarrollo habitacional y comercial, los conductores no son prevenidos de reducir o adaptarse a un valor de velocidad y en consecuencia los peatones sufren atropellos o los conductores se ven afectados en su integridad física producto de las restricciones inexistentes relacionadas con la geometría o estado de la vía.

El problema más grave asociado con la vegetación, es la siembra de árboles a la orilla de la carretera, los cuales al crecer se convierten en un objeto fijo de gran peligrosidad sobre todo si no se protege y si no se cumple con la distancia mínima de separación de la barrera al objeto fijo, cumpliendo así con la deflexión dinámica máxima permitida. En la mediana no se presentan problemas de vegetación, ya que se hace un mantenimiento periódico.

Las luminarias instaladas en la zona son funcionales, y se ve claramente la carretera de noche; sin embargo el sistema del poste afecta la seguridad del conductor al no ceder al impacto y quebrarse.

En el marco del enfoque sistémico es necesario considerar una serie de factores que afectan a la probabilidad de sufrir traumatismos causados por el tránsito. Los diversos tipos de riesgo relacionados con estos traumatismos y los factores que influyen en ellos son:

- En cuanto a la exposición al riesgo, entre los determinantes figuran factores económicos y demográficos, el nivel de motorización, los modos de desplazamiento, el volumen de trayectos innecesarios y las prácticas de planificación del uso de la tierra.
- En lo que se refiere a la incidencia de choques, los factores de riesgo son la velocidad excesiva, la conducción bajo la influencia del alcohol, los vehículos inseguros, el diseño de vías públicas poco seguras, y la falta de aplicación eficaz de las leyes y reglamentaciones de seguridad.
- Por lo que respecta a la gravedad de los traumatismos, los factores de riesgo son la no utilización de cinturones de seguridad, sillas de seguridad para niños y cascos; la falta, en los vehículos, de dispositivos de protección de los peatones en caso de colisión; las infraestructuras a los costados del camino que no ofrecen protección en caso de choque; y factores de tolerancia humana.
- Con respecto a la evolución de los traumatismos después del choque, los factores de riesgo comprenden las demoras en la detección del choque y en la aplicación de medidas para el salvamento de vidas y la prestación de asistencia psicológica; la falta de servicios de urgencia en el lugar del choque y durante el traslado a un

establecimiento de salud o la demora en brindarlos; y la dispensación y calidad de los servicios de traumatología y rehabilitación.

El desarrollo de un país depende en gran medida de su infraestructura vial; sin embargo, no basta con la implementación y desarrollo de nuevas vías. La apertura del país en cuanto a concesionar las obras viales, genera de manera urgente, la implementación de manuales, guías y reglamentos de los distintos elementos involucrados en el área de transportes y pavimentos que se adapten de la mejor manera a los requerimientos de nuestro país.

La validación del Manual es un paso de gran importancia que, al involucrar a los diferentes participantes del Gobierno, permite que el proceso se agilice ya que son los mismos ingenieros del MOPT y el CONAVI los que, en un futuro, aplicarán estos criterios e inspeccionarán los proyectos en su etapa de diseño.

Después de un estudio técnico profundo por parte del equipo de trabajo, tanto de las condiciones de la vía en estudio, como de los manuales vigentes en Costa Rica, este nuevo Manual propone un análisis técnico completo que subsane las deficiencias en materia de diseño, disposición y colocación de sistemas de contención.

8.2 Recomendaciones.

Este proyecto de investigación reflejó las siguientes recomendaciones que las agencias gubernamentales pueden considerar para incrementar la seguridad de la red vial:

1. Desarrollar futuros proyectos de investigación en el área, continuando con la investigación realizada, analizando todos los dispositivos posibles que son utilizados para mejorar la seguridad vial.
2. Ampliar el estudio a otro tipo de carreteras, para analizar todas las condiciones que puedan afectar la seguridad en las carreteras del país.
3. Realizar un mantenimiento preventivo y no correctivo de las condiciones que afecten los dispositivos y el entorno de la seguridad de las carreteras, con planes estratégicos y con un costo bajo, evitando así el incremento de accidentes por el aparente abandono del estado.

4. Mejorar el señalamiento vertical con un adecuado diseño, mantenimiento e instalación cumpliendo con la normativa SIECA de modo que dicho señalamiento contribuya con la operación segura y eficiente de la red vial y por ende a la reducción de accidentes por transitar a velocidades inadecuadas para un tramo.
5. Instalar sistemas de protección para toda la zona de la autopista que presenta postes de luz en la mediana ya que de la manera en la que se encuentran actualmente, representan un riesgo de gravedad considerable.
6. Evitar sembrar árboles a la orilla de la vía ya que transcurridos los años se convertirán en un objeto fijo de gran peligrosidad sobre todo porque, si está cerca de la orilla, aunque se le coloque protección, dicha barrera no contará con el espacio suficiente para sufrir la deflexión requerida para proteger y "encauzar" el vehículo que la impacte de nuevo sobre la vía.
7. Llevar a cabo un estudio específico de las vallas de contención ya que se observó una ausencia considerable de las mismas y un nivel de contención insuficiente en los mismos.
8. Instalar vallas para peatones en las cercanías de los puentes peatonales pero en ambos márgenes de la carretera para así evitar que se dé el fenómeno que se presenta actualmente en el que los peatones cortan la malla longitudinal para atravesar en un punto distinto al indicado.
9. Solicitar a los desarrollos industriales a orillas de la carretera la construcción de zonas de estacionamiento adecuadas, para evitar que los camiones se detengan en la orilla de la carretera, e incluso en el espaldón, convirtiéndose en un peligro para los conductores en movimiento.
10. En zonas industriales se deben colocar vallas divisorias entre ambos sentidos para así evitar movimientos ilegales desde un sentido contrario.
11. Cerrar los accesos vehiculares ilegales que representan un peligro, no solo para quien los realizan, sino para los demás conductores que no esperan la salida de vehículos de ciertas zonas al no estar demarcadas.
12. Tomar la información suministrada por tramo e intersección e implementar las soluciones que mejor le convengan al gobierno en cuanto a costos y seguridad.

13. En las zonas en las cuales se identificó previamente la presencia de neblina, se debe considerar la colocación de señales informativas en las que se haga alusión a dicha situación indicando destino y localización de la zona; así como señales de reglamentación en donde se restrinja la velocidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Highway Safety Design and Operations Guide. 1997. Washington, D.C.
- AUSTROADS. Road Safety Audit. 1994. Austroads. Sydney, Australia.
- Barton, E.V. y Jordan, P.W. Road Safety Audit - What is it and Why Do We Need It. Proceedings 16th ARRB Conference, Part IV. 1992. Australia. pp. 67-80.
- Belcher, M. y Proctor, S. Auditing Safety by Design. Highways Journal. 1990.
- Rivera J. Guías para realizar estudios de seguridad en las intersecciones a nivel de la zona rural de Puerto Rico. 2004. Proyecto de grado, Maestría en Ingeniería en Ingeniería Civil. Departamento de Ingeniería Civil y Agrimensura, Universidad de Puerto Rico.
- BulPitt, M. Roadway and Roadside Design for Enhanced Safety - Safer by Design. Conferencia Seguridad Vial en Europa. 26 - 28 Setiembre, 1994.
- Safety Audit of Existing Roads. Review of Process Development and Initial Implementation. February 1996.
- Cifuentes Villamil, William. Parámetros Fundamentales para Establecer un Programa de Auditoría de Seguridad Vial en Colombia. 2001. Trabajo Final Especialización en Transporte. Universidad Nacional de Colombia.
- Valverde G. Germán. "Auditoría de seguridad vial para carreteras". Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LANAMME, UCR.
- Arias Rojas, Wilson. Metodología para aplicar una Auditoría de Seguridad Vial. 2007. Tesis de grado. Puerto Rico.
- Informe sobre accidentalidad en Costa Rica. Asociación ACONVIVIR. 2002.
- Valverde G, Germán. Auditoría de Seguridad Vial, Autopista Florencio del Castillo. 2003. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LANAMME, UCR.
- Aguilar Z, Nicolás. Dos personas mueren en choque causado por perro. www.nacion.com/ln_ee/2007/noviembre/10/sucesos1310992.html. Costa Rica, Sábado 10 de noviembre de 2007.

- Copia de histórico de estadísticas de muertes en el sitio al 23 de Octubre del 2007. Departamento de Infracciones del CONAVI.
- Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito, SIECA-2000.
- Manual of Uniform Traffic Control Devices, AASHTO, 2003.
- Wilson E., Lipinski M. Road Safety Audits : Synthesis of Highway Practice, NCHRP Synthesis 336. Transportation Research Board, Washington D.C. 2004.
- Moraza J., Colucci, B., Desarrollo de formularios de RSA, publicación interna, Departamento de Ingeniería Civil y Agrimensura, Universidad de Puerto Rico, mayo de 2003.
- Road Safety Audits Guidelines. University of New Bruswick. Transportation Group.
- Zomer Rezler, Clara. Informe sobre inversión del país en infraestructura vial.
- Quesada V, Ruth. Revisión de los criterios propuestos para la disposición de los sistemas de contención vehicular en Costa Rica. Trabajo de Graduación. Universidad de Costa Rica. 2009.
- Valverde G, Germán. Análisis de seguridad vial en los márgenes de la Autopista Florencio del Castillo. Informe LanammeUCR. 2009.

Anexo A. Ejemplo de lista de cotejo

ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL EN LA AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO

Carretera: _____ Dirección: _____ Km de comienzo: _____ Km terminación: _____ TPD: _____

Clasificación funcional: _____

Fecha: _____ Condiciones climáticas: _____ Hora: _____

Número de carriles por dirección _____ Paseo _____ Auditado por _____

Carretera Urbana

| RENGLON | N/A | SI | NO | PRIORIDAD | BUENO | REGULAR | MALO | KM | PESO | COMENTARIOS |
|--|-----|----|----|-------------------|-------|-----------|------|----|------|----------------------------|
| | | | | alta, media, baja | >7 | 4,1<R<6,9 | <4 | | | |
| BARRERAS DE IMPACTO Y ZONAS LIBRES DE OBSTACULOS | | | | | | | | | 15 | |
| 1. Zonas libres de obstáculos | | | X | A | | | 2 | | 20 | Falta espacio |
| ¿El ancho de la zona libre de obstáculos es el adecuado? | | | X | A | | | 2 | | 25 | Zonas con postes y árboles |
| ¿La zona libre de obstáculos está libre de objetos fijos? | | | X | A | | | 3 | | 25 | A la orilla |
| ¿Todos los postes, árboles, etc, están a una distancia segura para el tráfico? | | X | | A | 8 | | | | 25 | |
| ¿Es apropiado proteger cualquier objeto que esté dentro de la zona libre de obstáculos? | | | | | | | | | 25 | |
| 2. Barreras de impacto | | | | | | | | | 35 | Zonas sin protección |
| ¿Se instalan barreras de impacto donde debe ser necesario? | | | X | A | | | 4 | | 15 | NC, usan cola de pez |
| ¿Las barreras de impacto son instaladas en todos los lugares de acuerdo con las normas establecidas? | | | X | A | | | 2 | | 10 | |
| ¿Los sistemas de barrera son convenientes para el objetivo? | | X | | A | 7 | | | | 10 | |
| ¿Las barreras de impacto son instaladas correctamente? | | X | | A | 7 | | | | 30 | |
| ¿La longitud de la barrera es la adecuada en cada instalación? | | | X | A | | 5 | | | 15 | |
| ¿El terminal de la barrera semi rígida está fijado a la barrera de los puentes correctamente? | X | | | | | | | | 10 | A la orilla |
| ¿Es suficiente el ancho entre la barrera y el borde de la carretera para contener a un vehículo que la impacta? | | | X | M | | 5 | | | 10 | |
| 3. Tratamientos al final de la barrera | | | | | | | | | 10 | |
| ¿Todos los tratamientos al final de la barrera son construidos correctamente? | | | X | A | | | 4 | | 50 | Cola de pez |
| ¿Hay una zona segura después del tratamiento al final de la barrera? | | | X | A | | 5 | | | 50 | Falta espacio |
| 4. Vallas | | | X | A | | 6 | | | 20 | |
| ¿Las vallas de peatones son frágiles? | | X | | A | | | 2 | | 50 | No existen |
| ¿Los vehículos están seguros de ser lanzados sobre la barrera semi rígida localizada en la zona libre de obstáculos? | | | X | A | 7 | | | | 50 | |

ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL EN LA AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO

| REGLON | N/A | SI | NO | PRIORIDAD | BUENO | REGULAR | MALO | KM | PESO | COMENTARIOS |
|--|------------|-----------|-----------|-------------------|--------------|----------------|-------------|-----------|-------------|---------------------------|
| | | | | alta, media, baja | >7 | 4,1<R<6,9 | <4 | | | |
| SEÑALES E ILUMINACION | | | | | | | | | 5 | |
| 1. Iluminación | | | | | | | | | 25 | |
| ¿Se requiere de la iluminación y, si es así, es proporcionada lo suficientemente? | | X | | A | 9.5 | | | | 10 | |
| ¿La carretera está libre de características que interrumpan la iluminación? | | X | | A | 9.5 | | | | 15 | |
| ¿La carretera está libre de postes de iluminación o de objetos fijos a la orilla de la carretera peligrosos? | | | X | A | | | 2 | | 30 | Postes en toda |
| ¿Iluminación ambiental: ¿si esto crea necesidades de iluminación especiales, hay satisfacción? | X | | | | | | | | 10 | |
| ¿La iluminación temporal puede confundir o crear efectos sobre las señales de tránsito? | | X | | A | 9 | | | | 15 | |
| ¿Hay zonas que no estén cubiertas por la iluminación? | | | X | A | 9.5 | | | | 20 | |
| 2. Descripciones generales de señales de tránsito | | | | | | | | | 25 | |
| ¿Las señales preventivas, obligatorias e informativas en la vía son claras y sencillas? | | X | | A | 8.5 | | | | 20 | |
| ¿Las señales utilizadas son las adecuadas en cada situación y estas son necesarias? | | | X | A | | 4 | | | 20 | No hay mucha señalización |
| ¿Todos las señales son eficaces para todas las condiciones probables (por ejemplo, el día, la noche, la lluvia, la niebla) | | | X | A | | 4 | | | 20 | |
| ¿Si las restricciones aplican a cualquier clase de vehículo, son lo suficientemente claras para los conductores? | | X | | A | 9 | | | | 20 | |
| ¿Si las restricciones aplican para cualquier clase de vehículo, los conductores son informados de rutas alternativas? | | | X | M | 7 | | | | 20 | |
| 3. Legibilidad de señales | | | | | | | | | 25 | |
| ¿De día y de noche, las señales son satisfactorias en cuanto a la visibilidad? | | | X | A | | 6 | | | 20 | Vegetación cubre |
| ¿Es claro el mensaje? | | X | | A | 8 | | | | 15 | |
| Son legibles las señales? | | X | | A | | 6.5 | | | 15 | |
| ¿La retroreflectividad o iluminación de la señal es satisfactoria? | | X | | A | 9 | | | | 20 | |
| ¿Las señales pueden ser vistas sin han sido ocultadas por sus mensajes de fondo o mensajes adyacentes que distraigan? | | X | | A | 8 | | | | 20 | No hay mucha publicidad |
| ¿El conductor se puede confundir debido a demasiadas señales? | | | X | M | 7 | | | | 10 | |
| 4. Señales de soporte | | | | | | | | | 25 | |
| ¿Todas las señales están fuera de la zona libre de obstáculos? | | | X | A | | 4 | | | 50 | |
| Si no: | | | | | | | | | | |
| ¿Son frágiles? | | | X | A | | | 2 | | 25 | |
| REGLON | N/A | SI | NO | PRIORIDAD | BUENO | REGULAR | MALO | KM | PESO | COMENTARIOS |
| | | | | alta, media, baja | >7 | 4,1<R<6,9 | <4 | | | |
| PUENTES Y ALCANTARILLAS | | | | | | | | | 5 | |

ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL EN LA AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO

| | | | | | | | | | | | |
|---|-----|----|----|-------------------|-------|-----------|------|----|------|-------------|-------------------|
| 1.características de diseño | | | | | | | | | | 30 | |
| ¿Los puentes y las alcantarillas tienen el ancho requerido? | | X | | M | 9 | | | | | 50 | Peatonales |
| ¿Son el puente y ancho de alcantarilla compatibles con condiciones de la vía? | | X | | M | 9 | | | | | 25 | Peatonales |
| ¿El alineamiento es compatible con el 85 percentil de la velocidad de viaje? | | | X | A | | | | 2 | | 25 | No hay mucha |
| 2. Barreras de impactos | | | | | | | | | | 40 | |
| ¿Son las barreras de tráfico convenientes sobre puentes y alcantarillas y sus accesos para proteger a vehículos errantes? | | X | | A | 7 | | | | | 50 | |
| ¿La conexión entre la barrera y el puente es segura? | | | X | A | 7 | | | | | 25 | |
| ¿El puente es capaz de reducir la eficacia de las barreras? | | | | | | | | | | 25 | |
| 3. Misceláneos | | | | | | | | | | 30 | |
| ¿Las facilidades para peatones en el puente son seguras y apropiadas? | | | X | A | | | 4 | | | 60 | |
| ¿Es prohibida la pesca sobre el puente? ¿Si no, tiene la provisión para que sea segura? | X | | | | | | | | | 20 | |
| ¿El demarcado continua sobre el puente? | | X | | M | 9 | | | | | 20 | |
| CARRILES AUXILIARES | | | | | | | | | | 10 | |
| 1. Transiciones | | | | | | | | | | 20 | |
| ¿Las alineaciones del comienzo y final de las transiciones están alineadas correctamente? | X | | | | | | | | | 50 | No hay transición |
| ¿La distancia de visibilidad es suficiente al final del carril auxiliar? | | X | | A | 9 | | | | | 50 | |
| 2. Espaldones | | | | | | | | | | 20 | |
| ¿Es apropiado el ancho del espaldón provisto para las confluencias? | | | X | A | | | 4 | | | 50 | |
| ¿Se mantiene el ancho del espaldón al lado del carril auxiliar? | | | X | A | | | 4 | | | 50 | |
| 3. Señalización y demarcado | | | | | | | | | | 30 | |
| ¿Se tienen instaladas todas las señales de tránsito de acuerdo con las normas exigidas? | | | X | A | | | | 3 | | 30 | |
| ¿Todas las señales son claras y concisas? | | X | | A | 9 | | | | | 30 | |
| ¿El demarcado de carriles cumple con las normas? | | X | | M | 8 | | | | | 20 | |
| ¿Las señales de precaución se encuentran instaladas al acercarse a carriles auxiliares? | | | X | A | 7 | | | | | 20 | |
| 4. Giros | | | | | | | | | | 30 | |
| ¿Se provee un carril para hacer los giros a la derecha? | | | X | M | | | | 2 | | 50 | |
| ¿Existen señales de advertencia para realizar los giros? | | | X | A | | | | 2 | | 50 | |
| REGLON | N/A | SI | NO | PRIORIDAD | BUENO | REGULAR | MALO | KM | PESO | COMENTARIOS | |
| | | | | alta, media, baja | >7 | 4,1<R<6,9 | <4 | | | | |
| PEATONES Y CICLISTAS | | | | | | | | | | 5 | |
| 1. Temas Generales | | | | | | | | | | 40 | |
| ¿Los caminos y cruces son apropiados para peatones y ciclistas? | | | X | A | | | | 2 | | 40 | |

ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL EN LA AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO

| | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|--|-----|---|--|----|-------------------------------|
| ¿Las vallas instaladas o bolardos son necesarias para que los peatones o ciclistas no sobrepasen a la calzada? | | | X | A | | | 2 | | 20 | |
| ¿Es adecuada la zona para instalar una barrera para separar a los vehículos, los peatones y los ciclistas? | | | | | | | | | 40 | Hay espacio en orilla |
| 2. Peatones | | | | | | | | | 40 | |
| ¿Es necesario que exista una separación entre el tráfico vehicular y los caminos para peatones? | | X | | A | | | | | 20 | Zona habitacional y comercial |
| ¿Es considerable el número de peatones que caminan a lo largo de la vía? | | X | | | | | | | 10 | |
| ¿Están las facilidades adaptadas para los ancianos, el minusválido y niños sillas de ruedas y cochecitos de bebé? | | | X | A | | | 3 | | 20 | |
| ¿Existen pasamanos en algunas zonas? | | X | | M | | 6.5 | | | 10 | |
| ¿Las señales para peatones cerca a las escuelas son adecuadas y efectivas? | | | X | A | | 4 | | | 20 | |
| ¿Las señales para peatones cerca a los hospitales son adecuadas y efectivas? | X | | | | | | | | 10 | |
| ¿La distancia desde la línea de parada al paso de peatones es suficiente para que los conductores de camiones vean los peatones? | | | X | A | | | 2 | | 10 | |
| 3. Ciclistas | | | | | | | | | 30 | |
| ¿El ancho del pavimento es el adecuado para el número de ciclistas que utilizan la vía? | X | | | | | | | | 40 | |
| ¿La ciclo ruta es continua? | X | | | | | | | | 50 | |
| ¿Las rejillas de los drenajes en la ciclo ruta son seguras? | X | | | | | | | | 10 | |
| 4. Transporte público | | | | | | | | | 20 | |
| ¿Las paradas de bus están localizadas en zonas seguras y son visibles y claras en el carril de tráfico? | | | X | A | | | 3 | | 25 | |
| ¿Las paradas de autobús poseen bahías para detenerse? | | | X | A | | 5 | | | 25 | |
| ¿Las paradas se realizan al lado de los pasos peatonales? | | | X | A | | | 3 | | 25 | |
| ¿Las paradas de bus están protegidas para beneficio de peatones y conductores? | | | X | A | | 5 | | | 25 | |

ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL EN LA AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO

| REGLON | N/A | SI | NO | PRIORIDAD | BUENO | REGULAR | MALO | KM | PESO | COMENTARIOS |
|--|-----|----|----|-------------------|-------|-----------|------|----|------|-------------|
| | | | | alta, media, baja | >7 | 4,1<R<6,9 | <4 | | | |
| MISCELANEOS | | | | | | | | | 5 | |
| 1.Paisajismo | | | | | | | | | 5 | |
| ¿El paisajismo está de acuerdo con las normas establecidas? | | | X | A | | 5 | | | 10 | |
| ¿Se recorta la hierba, césped y ramas de los árboles que crecen en la mediana y la orilla de la carretera? | | | X | A | 7 | | | | 20 | |
| ¿La vegetación genera problemas de visibilidad en la vía? | | X | | A | | 6.5 | | | 20 | |
| El paisajismo afecta: | | | | | | | | | | |
| ¿La visibilidad? | | X | | A | 7 | | | | 10 | |
| ¿Salidas o accesos? | | X | | A | 8 | | | | 10 | |
| ¿Cuando se siembran árboles: | | | | | | | | | 10 | |
| ¿Los conductores observan los árboles? | | X | | A | 7 | | | | 10 | |
| ¿Es seguro transitar fuera de la carretera? | | X | | | | | | | 10 | |
| 2.Zonas de trabajo temporal | | | | | | | | | 5 | |
| ¿Todas las locaciones y equipos de la construcción disponen de espacio? | | | X | A | | 5 | | | 50 | |
| ¿Todas las locaciones tienen señalización de zona de tráfico temporal? | | X | | A | | 5 | | | 50 | Deficiente |
| SEMAFORIZACIÓN | | | | | | | | | 50 | |
| 1. Operaciones | | | | | | | | | 20 | |
| ¿El semáforo opera correctamente? | X | | | | | | | | 20 | |
| ¿El número, ubicación y tipo de semáforo usado es el apropiado para tráfico mixto? | X | | | | | | | | 20 | |
| ¿Dónde necesario, existen las provisiones para peatones visualmente perjudicados? | | | X | A | | | 2 | | 20 | |
| ¿Dónde necesario, existen la provisiones para peatones ancianos o discapacitados? | | | X | A | | | 2 | | 10 | |
| ¿El controlador está localizado en una posición segura? | X | | | | | | | | 10 | |
| ¿En condiciones (en especial la resistencia a patinar) de la superficie de la carretera es o satisfactoria? | X | | | | | | | | 20 | |
| 2. Visibilidad | | | | | | | | | 50 | |
| ¿Los semáforos son claramente visibles para los conductores? | X | | | | | | | | 20 | |
| ¿Las distancias de parada en los semáforos son las adecuadas para que los vehículos se detengan? | X | | | | | | | | 20 | |
| ¿Existen problemas de visibilidad causadas por el brillo en el amanecer o en el ocaso del sol sobre los conductores? | X | | | | | | | | 20 | |
| ¿Los semáforos son escudados para que sean vistos solo por los motoristas? | X | | | | | | | | 20 | |
| ¿Donde los semáforos no son visibles es adecuado instalar señales de señales? | X | | | | | | | | 20 | |
| REGLON | N/A | SI | NO | PRIORIDAD | BUENO | REGULAR | MALO | KM | PESO | COMENTARIOS |
| | | | | alta, media, baja | >7 | 4,1<R<6,9 | <4 | | | |

ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL EN LA AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO

| DELINEACIÓN Y DEMARCADO | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|-----|-----|---|--|----|
| 1. Temas Generales | | | | | | | | | 5 |
| Quando el marcado y delineación es una línea: | | | | | | | | | 25 |
| ¿Es apropiada su función en la carretera? | | X | | A | 9 | | | | 20 |
| ¿Es consistente a lo largo de la carretera? | | X | | A | 8 | | | | 20 |
| ¿Puede ser efectiva bajo todas las condiciones esperadas? | | | X | A | | 6.5 | | | 20 |
| ¿El pavimento está libre de marcas excesivas? | | | X | A | 8.5 | | | | 20 |
| 2. Líneas de eje, líneas de borde y líneas de carril | | | | | | | | | 25 |
| ¿Están las líneas de eje, las líneas de borde y las líneas de carril? Si no, los conductores van en la dirección adecuada? | | X | | A | 9.5 | | | | 20 |
| ¿Se requiere de ojos de gato? | | X | | A | 9.5 | | | | 20 |
| ¿Si se instalan ojos de gato, se hace de la manera correcta, con los colores adecuados y en buenas condiciones? | | X | | A | 9.5 | | | | 20 |
| ¿La condición del marcado es buena? | | X | | A | 7 | | | | 20 |
| ¿Es suficiente el contraste entre la línea de marcado y el pavimento? | | X | | A | 7.5 | | | | 20 |
| 3. Señales informativas y reflectivos | | | | | | | | | 25 |
| ¿Las señales informativas son instaladas apropiadamente? | | | X | A | | 6 | | | 40 |
| ¿Los delineadores son claramente visibles? | | X | | A | 9 | | | | 20 |
| ¿Los colores usados para los delineadores son los correctos? | | X | | A | 9.5 | | | | 20 |
| ¿Los delineadores en las barreras y en los rieles de puentes son consistentes con las señales informativas? | X | | | | | | | | 20 |
| 4. Delineación y precaución en curvas | | | | | | | | | 25 |
| ¿Son requeridos los rótulos de velocidad límite en las curvas? | X | | | | | | | | 20 |
| ¿Los rótulos de velocidad son consistentes a lo largo de la carretera? | | | X | A | | | 3 | | 20 |
| ¿Las señales están ubicadas correctamente en relación a la curva? | X | | | | | | | | 10 |
| ¿Las señales son lo bastante grandes? | | X | | A | 9 | | | | 10 |
| ¿Las láminas chevron son instaladas donde se requiere? | X | | | | | | | | 20 |
| ¿La posición de los chevron está localizada sirviendo de guía para la curva? | X | | | | | | | | 5 |
| ¿El chevron tiene el tamaño correcto? | X | | | | | | | | 5 |
| ¿Se limita el uso de chevron en las curvas (no es usado en isletas)? | X | | | | | | | | 10 |

ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL EN LA AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO

| REGLON | N/A | SI | NO | PRIORIDAD | BUENO | REGULAR | MALO | KM | PESO | COMENTARIOS |
|---|-----|----|----|-------------------|-------|-----------|------|----|------|-------------|
| | | | | alta, media, baja | >7 | 4,1<R<6,9 | <4 | | | |
| PAVIMENTO | | | | | | | | | 10 | |
| 1. Defectos en el Pavimento | | | | | | | | | 30 | |
| ¿El pavimento está libre de defectos que puedan reflejarse en problemas de seguridad? | | | X | A | 7 | | | | 50 | |
| ¿Las condiciones del borde del pavimento son satisfactorias? | | | X | A | 7 | | | | 30 | |
| ¿La transición entre el pavimento y el paseo está libre de peligros como desniveles? | | | X | M | 7 | | | | 20 | |
| 2. resistencia al deslizamiento | | | | | | | | | 30 | |
| ¿El pavimento tiene la adecuada resistencia al deslizamiento, particularmente en curvas, zonas escarpadas y en cercanías de intersecciones? | | X | | A | 7.5 | | | | 50 | |
| ¿Han sido realizadas medidas preventivas de deslizamiento donde es necesario? | | | X | A | 7 | | | | 50 | |
| 3. Estancamiento | | | | | | | | | 20 | |
| ¿El pavimento está libre de áreas donde se pueda estancar láminas de agua que puedan contribuir a problemas de seguridad? | | | X | A | 7 | | | | | |
| 4. Material/ grava suelta | | | | | | | | | 20 | |
| ¿El pavimento está libre de pérdida de gravas o de otro material? | | | X | A | 8 | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| OTROS ASPECTOS DE SEGURIDAD | | | | | | | | | 15 | |
| 1. Focos de los carros | | | | | | | | | 10 | |
| ¿Se presenta algún problema por encandilamiento de los ojos por farolas de carros? | | X | | M | 8 | | | | | |
| 2. Actividades a la orilla de la carretera | | | | | | | | | 10 | |
| ¿El límite de la carretera se encuentra libre de actividades que puedan distraer a los conductores (ventas, publicidad)? | | | X | M | 8 | | | | 50 | |
| ¿Todas las señales instaladas no constituyen un peligro para los conductores? | | X | | A | | | 3 | | 50 | |
| 3. vehículos errantes | | | | | | | | | 10 | |
| ¿Si en la orilla de la carretera existen verjas o caminos peatonales un vehiculo errante puede causar un posible problema, peligro o conflicto en el sitio? | | X | | A | | | 2 | | | |

ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL EN LA AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO

| REGLON | N/A | SI | NO | PRIORIDAD | BUENO | REGULAR | MALO | KM | PESO | COMENTARIOS |
|---|-----|----|----|-------------------|-------|-----------|------|----|------|-------------|
| | | | | alta, media, baja | >7 | 4,1<R<6,9 | <4 | | | |
| 4. Otros | | | | | | | | | 15 | |
| ¿La carretera está libre de objetos que caigan a la misma? | | X | | A | 9.5 | | | | 30 | |
| ¿El viento afecta algunas áreas de la carretera? | | | X | B | 9.5 | | | | 30 | |
| la carretera : | | | | | | | | | | |
| ¿Está adecuadamente alineada? | | X | | A | 8.5 | | | | 20 | |
| ¿Las intersecciones son obvias? | | | X | A | 7 | | | | 20 | |
| 5. Motocicletas | | | | | | | | | 15 | |
| ¿La carretera tiene rotulación correspondiente a motocicletas? | | | X | A | | | 2 | | 20 | |
| ¿Existen carriles exclusivos para motocicletas? | | | X | A | | | 2 | | 50 | |
| ¿Existen rótulos de velocidad máxima para motocicletas? | | | X | A | | | 2 | | 30 | |
| 6. Animales | | | | | | | | | 10 | |
| ¿La carretera está libre de la presencia de animales a lo largo de la misma? | | X | | M | 9.5 | | | | 50 | |
| ¿Si no es así, existe alguna barrera que impida el paso de animales a la carretera? | X | | | | | | | | 50 | |

Anexo B. Estudio de velocidades

ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL EN LA AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO

| PUNTO 1: Velocidades medidas en kph | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 93 | 64 | 86 | 82 | 101 | 62 | 91 | 70 | 50 | 85 | 79 | 81 | 64 | 93 |
| 60 | 75 | 99 | 95 | 106 | 53 | 75 | 85 | 76 | 79 | 80 | 92 | 71 | 82 |
| 92 | 60 | 60 | 82 | 82 | 81 | 54 | 69 | 67 | 79 | 61 | 80 | 68 | 86 |
| 80 | 82 | 64 | 79 | 73 | 88 | 72 | 72 | 96 | 64 | 70 | 76 | 69 | 93 |
| 71 | 84 | 60 | 68 | 80 | 77 | 46 | 97 | 124 | 71 | 94 | 83 | 75 | 95 |
| 108 | 88 | 61 | 76 | 82 | 84 | 84 | 98 | 92 | 64 | 59 | 76 | 77 | 71 |
| 59 | 86 | 96 | 78 | 98 | 58 | 63 | 104 | 107 | 72 | 64 | 72 | 81 | 64 |
| 87 | 93 | 69 | 50 | 83 | 76 | 67 | 105 | 64 | 75 | 88 | 86 | 60 | 84 |
| 94 | 55 | 92 | 68 | 85 | 62 | 80 | 109 | 65 | 76 | 103 | 66 | 108 | 76 |
| 90 | 56 | 58 | 84 | 94 | 80 | 87 | 64 | 81 | 80 | 91 | 80 | 79 | 84 |
| 95 | 72 | 68 | 76 | 65 | 60 | 64 | 66 | 54 | 106 | 86 | 55 | 81 | 99 |
| 79 | 90 | 70 | 80 | 71 | 99 | 102 | 67 | 78 | 108 | 77 | 80 | 81 | 102 |
| 87 | 94 | 74 | 66 | 81 | 97 | 72 | 91 | 60 | 54 | 90 | 89 | 65 | 79 |
| 88 | 96 | 83 | 82 | 63 | 82 | 69 | 52 | 80 | 67 | 51 | 93 | 66 | 73 |
| 79 | 102 | 65 | 92 | 64 | 56 | 91 | 92 | 76 | 66 | 81 | 88 | 76 | 86 |
| 85 | 65 | 98 | 98 | 88 | 84 | 56 | 54 | 83 | 88 | 86 | 84 | 57 | 98 |
| 86 | 68 | 96 | 85 | 83 | 93 | 78 | 100 | 89 | 84 | 81 | 98 | 81 | 97 |
| 78 | 71 | 82 | 88 | 91 | 94 | 79 | 94 | 73 | 71 | 48 | 100 | 60 | 119 |
| 93 | 74 | 51 | 89 | 82 | 46 | 71 | 70 | 55 | 101 | 73 | 63 | 94 | 66 |
| 102 | 69 | 80 | 70 | 87 | 84 | 75 | 78 | 56 | 74 | 81 | 60 | 100 | 51 |
| 101 | 83 | 61 | 67 | 66 | 59 | 92 | 91 | 98 | 102 | 84 | 77 | 66 | 89 |
| 98 | 78 | 79 | 79 | 87 | 96 | 62 | 92 | 73 | 100 | 73 | 64 | 73 | 86 |
| 92 | 76 | 83 | 84 | 90 | 85 | 79 | 93 | 95 | 87 | 77 | 66 | 65 | 92 |
| 116 | 81 | 73 | 83 | 100 | 96 | 70 | 84 | 92 | 92 | 83 | 85 | 100 | 96 |
| 80 | 75 | 75 | 72 | 99 | 103 | 84 | 108 | 75 | 83 | 77 | 68 | 102 | 102 |
| 85 | 59 | 82 | 97 | 65 | 65 | 94 | 31 | 77 | 54 | 90 | 99 | 68 | 55 |
| 98 | 63 | 99 | 99 | 88 | 66 | 94 | 49 | 58 | 61 | 56 | 86 | 76 | 100 |
| 91 | 95 | 70 | 93 | 76 | 668 | 85 | 47 | 78 | 63 | 86 | 50 | 81 | 61 |
| 72 | 53 | 81 | 102 | 69 | 68 | 69 | 57 | 82 | 81 | 93 | 63 | 85 | 98 |

ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL EN LA AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO

| PUNTO 3: Velocidades medidas en kph | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|----|----|-----|----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|----|
| 97 | 70 | 84 | 83 | 81 | 83 | 78 | 101 | 63 | 79 | 85 | 97 | 70 | 84 |
| 73 | 89 | 85 | 83 | 56 | 77 | 79 | 72 | 89 | 66 | 87 | 73 | 89 | 85 |
| 95 | 73 | 86 | 80 | 73 | 78 | 102 | 86 | 62 | 73 | 68 | 95 | 73 | 86 |
| 78 | 89 | 85 | 85 | 71 | 74 | 87 | 86 | 59 | 71 | 85 | 78 | 89 | 85 |
| 93 | 100 | 79 | 83 | 92 | 83 | 86 | 60 | 63 | 87 | 61 | 93 | 100 | 79 |
| 90 | 78 | 56 | 82 | 88 | 81 | 67 | 75 | 51 | 83 | 83 | 90 | 78 | 56 |
| 82 | 95 | 69 | 65 | 84 | 70 | 84 | 47 | 72 | 72 | 80 | 82 | 95 | 69 |
| 76 | 107 | 75 | 76 | 76 | 86 | 79 | 68 | 84 | 71 | 78 | 76 | 107 | 75 |
| 76 | 113 | 71 | 86 | 80 | 88 | 63 | 70 | 83 | 56 | 74 | 76 | 113 | 71 |
| 81 | 123 | 53 | 77 | 95 | 89 | 106 | 57 | 85 | 56 | 82 | 81 | 123 | 53 |
| 80 | 74 | 67 | 89 | 85 | 78 | 86 | 75 | 79 | 76 | 81 | 80 | 74 | 67 |
| 79 | 72 | 75 | 82 | 70 | 90 | 63 | 52 | 84 | 70 | 68 | 79 | 72 | 75 |
| 75 | 77 | 68 | 73 | 98 | 92 | 91 | 88 | 58 | 58 | 79 | 75 | 77 | 68 |
| 93 | 58 | 72 | 84 | 97 | 93 | 72 | 91 | 81 | 55 | 65 | 93 | 58 | 72 |
| 94 | 76 | 73 | 77 | 95 | 75 | 95 | 47 | 65 | 71 | 80 | 94 | 76 | 73 |
| 90 | 58 | 65 | 85 | 89 | 79 | 85 | 84 | 81 | 92 | 64 | 90 | 58 | 65 |
| 89 | 74 | 73 | 81 | 66 | 80 | 91 | 65 | 80 | 82 | 102 | 89 | 74 | 73 |
| 124 | 80 | 61 | 89 | 56 | 90 | 84 | 69 | 79 | 85 | 68 | 124 | 80 | 61 |
| 70 | 77 | 66 | 81 | 86 | 91 | 91 | 70 | 75 | 46 | 99 | 70 | 77 | 66 |
| 73 | 59 | 72 | 80 | 79 | 86 | 82 | 49 | 89 | 93 | 98 | 73 | 59 | 72 |
| 77 | 79 | 73 | 76 | 97 | 92 | 97 | 42 | 76 | 70 | 65 | 77 | 79 | 73 |
| 84 | 54 | 55 | 63 | 90 | 84 | 85 | 73 | 86 | 95 | 70 | 84 | 54 | 55 |
| 72 | 73 | 70 | 81 | 95 | 91 | 77 | 75 | 81 | 71 | 54 | 72 | 73 | 70 |
| 87 | 74 | 82 | 82 | 85 | 80 | 87 | 81 | 76 | 50 | 73 | 87 | 74 | 82 |
| 64 | 73 | 49 | 85 | 101 | 62 | 60 | 71 | 55 | 81 | 76 | 64 | 73 | 49 |
| 85 | 68 | 68 | 56 | 83 | 80 | 123 | 75 | 70 | 74 | 102 | 85 | 68 | 68 |
| 98 | 78 | 68 | 63 | 92 | 73 | 119 | 74 | 63 | 52 | 75 | 98 | 78 | 68 |
| 77 | 69 | 87 | 75 | 80 | 68 | 86 | 68 | 68 | 60 | 100 | 77 | 69 | 87 |
| 97 | 70 | 84 | 83 | 81 | 83 | 78 | 101 | 63 | 79 | 85 | 97 | 70 | 84 |

ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL EN LA AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO

| PUNTO 4: Velocidades medidas en kph | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|----|-----|----|----|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|-----|-----|----|
| 68 | 73 | 72 | 83 | 69 | 82 | 41 | 83 | 70 | 72 | 81 | 85 | 80 | 60 | 76 | 66 | 64 | 73 | 87 | 87 | 82 | 70 | 76 |
| 96 | 54 | 77 | 82 | 69 | 72 | 72 | 87 | 69 | 78 | 84 | 50 | 84 | 87 | 78 | 67 | 61 | 72 | 84 | 94 | 88 | 89 | 83 |
| 87 | 91 | 56 | 75 | 68 | 87 | 69 | 92 | 88 | 69 | 83 | 49 | 58 | 67 | 56 | 84 | 80 | 73 | 90 | 76 | 85 | 88 | 84 |
| 105 | 87 | 76 | 91 | 48 | 74 | 70 | 93 | 93 | 67 | 60 | 81 | 62 | 64 | 79 | 61 | 84 | 82 | 82 | 80 | 76 | 86 | 83 |
| 68 | 65 | 57 | 66 | 75 | 78 | 63 | 66 | 89 | 66 | 76 | 85 | 68 | 68 | 77 | 76 | 83 | 75 | 74 | 83 | 81 | 79 | |
| 73 | 97 | 77 | 73 | 70 | 70 | 65 | 87 | 79 | 44 | 75 | 63 | 35 | 62 | 64 | 75 | 51 | 57 | 95 | 78 | 78 | 72 | |
| 64 | 78 | 80 | 46 | 84 | 73 | 70 | 73 | 79 | 75 | 78 | 93 | 64 | 69 | 67 | 99 | 69 | 81 | 87 | 68 | 83 | 77 | |
| 57 | 74 | 67 | 101 | 109 | 93 | 69 | 72 | 83 | 70 | 48 | 87 | 63 | 67 | 94 | 71 | 79 | 88 | 44 | 66 | 60 | 71 | |
| 42 | 62 | 66 | 76 | 82 | 76 | 69 | 82 | 74 | 73 | 69 | 81 | 65 | 87 | 74 | 67 | 82 | 54 | 66 | 68 | 88 | 70 | |
| 70 | 86 | 78 | 50 | 67 | 76 | 66 | 76 | 71 | 72 | 70 | 82 | 78 | 73 | 73 | 81 | 87 | 78 | 68 | 71 | 74 | 70 | |
| 59 | 80 | 90 | 66 | 65 | 85 | 72 | 70 | 63 | 84 | 64 | 80 | 74 | 79 | 58 | 77 | 96 | 76 | 81 | 85 | 76 | 80 | |
| 69 | 85 | 90 | 56 | 95 | 88 | 88 | 77 | 75 | 73 | 65 | 89 | 74 | 80 | 69 | 40 | 76 | 80 | 77 | 73 | 55 | 72 | |
| 77 | 65 | 48 | 80 | 85 | 95 | 65 | 96 | 80 | 88 | 75 | 92 | 73 | 78 | 47 | 76 | 77 | 71 | 92 | 69 | 70 | 85 | |
| 75 | 61 | 88 | 35 | 88 | 84 | 83 | 80 | 88 | 65 | 88 | 76 | 81 | 43 | 84 | 77 | 84 | 75 | 90 | 87 | 95 | 76 | |
| 75 | 73 | 94 | 61 | 78 | 72 | 112 | 78 | 76 | 81 | 76 | 88 | 76 | 78 | 77 | 76 | 95 | 77 | 85 | 62 | 65 | 83 | |
| 57 | 54 | 96 | 91 | 73 | 64 | 91 | 78 | 73 | 96 | 65 | 79 | 68 | 77 | 74 | 59 | 92 | 58 | 80 | 91 | 84 | 70 | |
| 73 | 107 | 89 | 51 | 104 | 83 | 81 | 62 | 79 | 48 | 88 | 67 | 65 | 96 | 73 | 69 | 84 | 84 | 65 | 78 | 80 | 80 | |
| 70 | 83 | 77 | 61 | 77 | 71 | 96 | 56 | 78 | 53 | 86 | 70 | 81 | 68 | 81 | 73 | 73 | 80 | 74 | 77 | 71 | 77 | |
| 82 | 80 | 88 | 60 | 78 | 62 | 100 | 66 | 76 | 77 | 62 | 71 | 77 | 87 | 82 | 59 | 77 | 81 | 64 | 74 | 78 | 65 | |
| 44 | 90 | 109 | 74 | 68 | 60 | 81 | 63 | 78 | 73 | 72 | 71 | 70 | 92 | 74 | 42 | 102 | 76 | 85 | 73 | 85 | 92 | |
| 68 | 70 | 76 | 58 | 77 | 54 | 94 | 75 | 59 | 70 | 79 | 60 | 90 | 65 | 47 | 62 | 76 | 80 | 89 | 77 | 87 | 94 | |
| 67 | 53 | 65 | 66 | 48 | 70 | 69 | 69 | 79 | 76 | 98 | 58 | 87 | 99 | 59 | 77 | 73 | 78 | 88 | 89 | 77 | 87 | |
| 85 | 51 | 65 | 96 | 82 | 84 | 83 | 68 | 74 | 69 | 87 | 61 | 73 | 91 | 71 | 74 | 71 | 83 | 87 | 88 | 88 | 100 | |
| 77 | 88 | 61 | 65 | 87 | 90 | 85 | 88 | 85 | 65 | 91 | 57 | 71 | 90 | 62 | 88 | 83 | 65 | 84 | 74 | 75 | 75 | |
| 87 | 66 | 58 | 77 | 86 | 65 | 82 | 72 | 89 | 87 | 89 | 74 | 95 | 76 | 61 | 72 | 84 | 64 | 70 | 90 | 64 | 86 | |
| 46 | 84 | 61 | 93 | 85 | 91 | 83 | 67 | 62 | 92 | 74 | 86 | 80 | 68 | 59 | 87 | 95 | 81 | 69 | 47 | 79 | 85 | |
| 78 | 65 | 59 | 67 | 65 | 83 | 82 | 80 | 63 | 113 | 78 | 75 | 81 | 91 | 66 | 70 | 84 | 84 | 76 | 80 | 77 | 82 | |
| 74 | 69 | 61 | 97 | 72 | 86 | 66 | 79 | 73 | 80 | 77 | 69 | 79 | 82 | 81 | 68 | 83 | 76 | 82 | 68 | 95 | 90 | |
| 72 | 109 | 79 | 60 | 68 | 82 | 58 | 77 | 70 | 77 | 100 | 45 | 80 | 65 | 68 | 87 | 88 | 79 | 55 | 80 | 102 | 83 | |

ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL EN LA AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO

| PUNTO 5: Velocidades medidas en kph | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 55 | 71 | 51 | 62 | 73 | 53 | 74 | 83 | 55 | 73 | 74 | 82 | 56 | 62 | 79 | 80 | 82 | 74 | 69 | 57 | 62 |
| 58 | 65 | 62 | 53 | 78 | 56 | 74 | 94 | 56 | 81 | 65 | 83 | 51 | 60 | 71 | 82 | 79 | 59 | 57 | 58 | 64 |
| 57 | 66 | 56 | 61 | 58 | 59 | 61 | 91 | 61 | 74 | 57 | 76 | 62 | 57 | 74 | 74 | 57 | 62 | 71 | 60 | 65 |
| 60 | 70 | 53 | 60 | 57 | 61 | 88 | 88 | 73 | 100 | 54 | 58 | 64 | 72 | 75 | 76 | 61 | 59 | 52 | 66 | 69 |
| 62 | 65 | 43 | 56 | 61 | 60 | 102 | 63 | 81 | 59 | 59 | 63 | 57 | 66 | 49 | 82 | 66 | 66 | 61 | 67 | 70 |
| 65 | 51 | 49 | 59 | 60 | 57 | 101 | 58 | 68 | 82 | 62 | 67 | 59 | 63 | 52 | 69 | 70 | 60 | 63 | 67 | 57 |
| 74 | 59 | 56 | 63 | 65 | 58 | 63 | 81 | 73 | 65 | 63 | 70 | 71 | 65 | 56 | 72 | 77 | 61 | 59 | 60 | 53 |
| 78 | 60 | 61 | 59 | 63 | 74 | 74 | 81 | 41 | 63 | 70 | 75 | 76 | 71 | 62 | 77 | 62 | 70 | 57 | 59 | 55 |
| 82 | 62 | 63 | 63 | 52 | 81 | 76 | 74 | 58 | 60 | 71 | 55 | 80 | 89 | 65 | 70 | 63 | 59 | 54 | 66 | 57 |
| 86 | 66 | 65 | 59 | 82 | 73 | 81 | 66 | 67 | 81 | 76 | 59 | 82 | 89 | 71 | 75 | 59 | 58 | 52 | 55 | 58 |
| 72 | 71 | 67 | 61 | 81 | 61 | 59 | 68 | 69 | 74 | 80 | 62 | 57 | 61 | 70 | 66 | 60 | 57 | 53 | 56 | 61 |
| 53 | 58 | 69 | 55 | 74 | 62 | 61 | 73 | 81 | 65 | 84 | 52 | 66 | 66 | 69 | 59 | 63 | 61 | 59 | 57 | 62 |
| 58 | 59 | 80 | 47 | 79 | 61 | 31 | 64 | 41 | 79 | 72 | 56 | 70 | 62 | 67 | 62 | 50 | 63 | 61 | 61 | 66 |
| 66 | 60 | 81 | 49 | 71 | 58 | 43 | 71 | 58 | 81 | 67 | 70 | 57 | 58 | 66 | 65 | 62 | 67 | 63 | 66 | 67 |
| 60 | 57 | 100 | 53 | 65 | 57 | 49 | 84 | 56 | 83 | 59 | 62 | 52 | 70 | 62 | 69 | 60 | 70 | 69 | 67 | 69 |
| 63 | 55 | 54 | 56 | 81 | 58 | 74 | 89 | 61 | 74 | 62 | 61 | 55 | 76 | 58 | 55 | 50 | 59 | 70 | 69 | 72 |
| 71 | 81 | 63 | 59 | 59 | 61 | 76 | 71 | 66 | 58 | 64 | 66 | 53 | 66 | 60 | 74 | 58 | 59 | 56 | 70 | 80 |
| 63 | 101 | 43 | 60 | 62 | 60 | 58 | 59 | 68 | 60 | 56 | 76 | 66 | 61 | 66 | 81 | 55 | 70 | 55 | 63 | 59 |
| 58 | 53 | 56 | 60 | 60 | 59 | 61 | 63 | 71 | 62 | 70 | 70 | 76 | 62 | 63 | 62 | 62 | 72 | 54 | 57 | 55 |
| 55 | 52 | 57 | 71 | 59 | 63 | 64 | 66 | 83 | 70 | 66 | 61 | 57 | 58 | 67 | 59 | 61 | 69 | 60 | 54 | 61 |
| 49 | 61 | 66 | 73 | 61 | 65 | 62 | 58 | 51 | 57 | 69 | 62 | 62 | 59 | 70 | 74 | 57 | 66 | 61 | 53 | 63 |
| 60 | 60 | 69 | 82 | 63 | 71 | 81 | 61 | 55 | 50 | 64 | 66 | 63 | 54 | 72 | 83 | 55 | 60 | 70 | 55 | 55 |
| 65 | 55 | 71 | 86 | 74 | 79 | 73 | 71 | 59 | 70 | 61 | 57 | 72 | 61 | 77 | 79 | 60 | 61 | 69 | 57 | 59 |
| 53 | 48 | 73 | 87 | 76 | 64 | 31 | 74 | 63 | 62 | 71 | 61 | 69 | 62 | 80 | 64 | 62 | 82 | 66 | 70 | 66 |
| 44 | 70 | 85 | 91 | 87 | 61 | 51 | 74 | 62 | 82 | 72 | 59 | 60 | 66 | 59 | 59 | 50 | 72 | 59 | 67 | 65 |
| 62 | 52 | 76 | 93 | 87 | 58 | 52 | 69 | 74 | 62 | 82 | 72 | 55 | 70 | 63 | 58 | 58 | 70 | 61 | 60 | 58 |
| 59 | 48 | 58 | 101 | 49 | 61 | 56 | 74 | 72 | 59 | 59 | 58 | 59 | 58 | 69 | 65 | 60 | 59 | 66 | 61 | 57 |
| 63 | 59 | 59 | 81 | 61 | 59 | 71 | 49 | 69 | 66 | 62 | 61 | 61 | 62 | 59 | 63 | 65 | 66 | 57 | 57 | 61 |
| 54 | 66 | 60 | 88 | 63 | 63 | 70 | 61 | 71 | 72 | 67 | 57 | 79 | 59 | 61 | 61 | 72 | 61 | 59 | 67 | 59 |

ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL EN LA AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO

| PUNTO 6: Velocidades medidas en kph | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 76 | 58 | 68 | 80 | 66 | 90 | 83 | 56 | 56 | 65 | 66 | 57 | 43 | 69 | 66 | 66 | 69 | 76 | 58 | 52 | 61 | 82 | 80 | 76 |
| 70 | 76 | 69 | 79 | 81 | 90 | 48 | 55 | 58 | 58 | 71 | 72 | 52 | 78 | 63 | 82 | 78 | 84 | 74 | 60 | 80 | 76 | 61 | 80 |
| 50 | 67 | 68 | 57 | 76 | 70 | 46 | 58 | 59 | 65 | 72 | 64 | 59 | 70 | 65 | 81 | 64 | 82 | 56 | 54 | 71 | 74 | 58 | 58 |
| 51 | 66 | 63 | 85 | 66 | 75 | 55 | 72 | 72 | 64 | 69 | 71 | 63 | 73 | 76 | 79 | 72 | 86 | 57 | 66 | 58 | 79 | 82 | 79 |
| 62 | 59 | 60 | 55 | 75 | 70 | 56 | 67 | 71 | 66 | 65 | 36 | 50 | 68 | 78 | 71 | 64 | 94 | 82 | 76 | 63 | 83 | 91 | 61 |
| 61 | 58 | 59 | 72 | 69 | 67 | 56 | 78 | 66 | 47 | 69 | 69 | 44 | 66 | 79 | 66 | 58 | 60 | 70 | 84 | 78 | 58 | 72 | 56 |
| 69 | 58 | 66 | 77 | 70 | 68 | 55 | 78 | 60 | 59 | 64 | 103 | 46 | 47 | 78 | 62 | 72 | 64 | 68 | 91 | 79 | 62 | 68 | 52 |
| 68 | 56 | 69 | 81 | 68 | 87 | 50 | 77 | 70 | 57 | 38 | 53 | 62 | 62 | 71 | 53 | 52 | 58 | 80 | 72 | 61 | 76 | 63 | 62 |
| 69 | 55 | 80 | 80 | 76 | 73 | 63 | 72 | 83 | 87 | 53 | 69 | 47 | 67 | 70 | 49 | 58 | 63 | 83 | 76 | 76 | 83 | 60 | 56 |
| 68 | 54 | 86 | 90 | 82 | 50 | 45 | 52 | 65 | 58 | 67 | 64 | 48 | 70 | 65 | 64 | 56 | 61 | 76 | 60 | 83 | 76 | 58 | 91 |
| 62 | 56 | 71 | 68 | 83 | 50 | 60 | 54 | 69 | 72 | 92 | 66 | 70 | 58 | 63 | 67 | 83 | 57 | 72 | 56 | 76 | 56 | 82 | 62 |
| 64 | 54 | 82 | 65 | 71 | 59 | 69 | 65 | 68 | 60 | 59 | 74 | 72 | 79 | 44 | 53 | 65 | 69 | 81 | 59 | 57 | 58 | 62 | 56 |
| 62 | 58 | 88 | 83 | 70 | 73 | 65 | 57 | 64 | 63 | 70 | 61 | 58 | 70 | 56 | 70 | 68 | 94 | 62 | 63 | 50 | 62 | 67 | 91 |
| 90 | 52 | 97 | 77 | 81 | 75 | 67 | 55 | 72 | 68 | 66 | 66 | 65 | 66 | 68 | 66 | 72 | 76 | 66 | 62 | 61 | 53 | 64 | 52 |
| 88 | 51 | 65 | 71 | 59 | 77 | 66 | 56 | 57 | 69 | 61 | 72 | 58 | 67 | 55 | 75 | 54 | 84 | 65 | 66 | 66 | 76 | 60 | 65 |
| 84 | 62 | 73 | 71 | 75 | 72 | 70 | 70 | 54 | 74 | 60 | 75 | 56 | 66 | 63 | 56 | 61 | 82 | 55 | 64 | 69 | 60 | 55 | 69 |
| 88 | 73 | 71 | 70 | 79 | 71 | 78 | 63 | 61 | 54 | 58 | 74 | 58 | 76 | 64 | 57 | 57 | 87 | 54 | 71 | 72 | 62 | 58 | 80 |
| 89 | 57 | 60 | 81 | 73 | 66 | 66 | 72 | 77 | 61 | 56 | 82 | 59 | 75 | 59 | 59 | 59 | 89 | 89 | 64 | 83 | 55 | 82 | 60 |
| 87 | 91 | 68 | 72 | 68 | 68 | 62 | 73 | 51 | 66 | 57 | 68 | 63 | 83 | 63 | 79 | 80 | 93 | 38 | 60 | 81 | 53 | 85 | 56 |
| 44 | 77 | 69 | 58 | 70 | 69 | 63 | 65 | 58 | 63 | 54 | 76 | 59 | 79 | 61 | 67 | 63 | 62 | 63 | 55 | 58 | 59 | 60 | 62 |
| 81 | 76 | 67 | 54 | 51 | 65 | 92 | 65 | 53 | 67 | 56 | 50 | 64 | 67 | 67 | 61 | 57 | 53 | 50 | 80 | 62 | 61 | 65 | 68 |
| 70 | 80 | 75 | 63 | 62 | 71 | 79 | 69 | 76 | 57 | 31 | 52 | 103 | 66 | 60 | 63 | 63 | 76 | 55 | 58 | 64 | 62 | 62 | 70 |
| 65 | 65 | 74 | 64 | 66 | 65 | 74 | 68 | 73 | 87 | 64 | 73 | 64 | 63 | 61 | 75 | 73 | 81 | 57 | 56 | 74 | 70 | 54 | 76 |
| 63 | 81 | 72 | 65 | 57 | 67 | 77 | 72 | 55 | 55 | 53 | 71 | 66 | 65 | 59 | 64 | 58 | 85 | 64 | 61 | 71 | 61 | 72 | 56 |
| 62 | 84 | 69 | 50 | 85 | 63 | 59 | 70 | 60 | 59 | 54 | 72 | 64 | 56 | 60 | 87 | 51 | 88 | 73 | 65 | 69 | 59 | 61 | 62 |
| 67 | 78 | 83 | 54 | 68 | 59 | 55 | 87 | 63 | 53 | 63 | 73 | 75 | 60 | 61 | 55 | 64 | 85 | 66 | 65 | 55 | 54 | 63 | 59 |
| 85 | 77 | 71 | 53 | 70 | 62 | 56 | 68 | 65 | 71 | 62 | 64 | 65 | 54 | 58 | 52 | 68 | 70 | 83 | 63 | 61 | 61 | 72 | 61 |
| 65 | 73 | 73 | 62 | 89 | 58 | 101 | 71 | 64 | 79 | 65 | 65 | 63 | 60 | 61 | 71 | 58 | 73 | 69 | 72 | 59 | 56 | 71 | 69 |

ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL EN LA AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO

| PUNTO 8: Velocidades medidas en kph | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|
| 105 | 58 | 58 | 41 | 66 | 72 | 71 | 71 | 54 | 38 | 63 | 65 | 77 | 70 | 52 | 51 | 59 | 75 | 71 | 59 | 57 |
| 48 | 68 | 74 | 55 | 65 | 83 | 84 | 77 | 70 | 44 | 70 | 84 | 61 | 73 | 56 | 53 | 55 | 83 | 83 | 57 | 58 |
| 60 | 62 | 54 | 65 | 48 | 84 | 35 | 61 | 72 | 46 | 75 | 77 | 66 | 71 | 58 | 60 | 57 | 82 | 80 | 68 | 60 |
| 60 | 71 | 56 | 56 | 71 | 93 | 72 | 58 | 52 | 71 | 76 | 82 | 68 | 71 | 61 | 62 | 74 | 61 | 81 | 70 | 59 |
| 55 | 58 | 58 | 39 | 83 | 96 | 69 | 62 | 59 | 83 | 83 | 75 | 76 | 69 | 51 | 58 | 64 | 66 | 77 | 59 | 60 |
| 66 | 66 | 63 | 55 | 65 | 88 | 81 | 50 | 63 | 72 | 75 | 67 | 73 | 50 | 62 | 53 | 63 | 65 | 57 | 49 | 58 |
| 84 | 73 | 60 | 69 | 75 | 85 | 68 | 58 | 66 | 81 | 81 | 55 | 74 | 49 | 71 | 58 | 52 | 58 | 64 | 72 | 66 |
| 68 | 61 | 66 | 73 | 98 | 77 | 83 | 51 | 61 | 73 | 80 | 79 | 81 | 63 | 81 | 71 | 58 | 56 | 66 | 59 | 43 |
| 98 | 58 | 68 | 75 | 82 | 81 | 87 | 54 | 67 | 66 | 60 | 83 | 82 | 61 | 77 | 85 | 61 | 57 | 49 | 62 | 54 |
| 82 | 35 | 72 | 81 | 72 | 80 | 86 | 61 | 85 | 65 | 54 | 82 | 87 | 56 | 78 | 76 | 72 | 61 | 53 | 69 | 53 |
| 58 | 47 | 74 | 83 | 70 | 75 | 64 | 66 | 86 | 67 | 65 | 49 | 81 | 66 | 58 | 49 | 83 | 60 | 52 | 46 | 46 |
| 72 | 58 | 81 | 85 | 61 | 76 | 52 | 43 | 52 | 69 | 66 | 52 | 66 | 65 | 60 | 57 | 101 | 63 | 74 | 58 | 49 |
| 84 | 72 | 58 | 79 | 66 | 77 | 52 | 47 | 61 | 47 | 69 | 53 | 62 | 67 | 61 | 60 | 91 | 73 | 48 | 65 | 64 |
| 70 | 69 | 66 | 60 | 67 | 81 | 62 | 48 | 57 | 71 | 71 | 59 | 53 | 72 | 58 | 67 | 45 | 72 | 75 | 70 | 62 |
| 69 | 59 | 57 | 73 | 81 | 93 | 66 | 51 | 59 | 49 | 73 | 59 | 57 | 70 | 63 | 65 | 58 | 66 | 61 | 56 | 68 |
| 66 | 48 | 40 | 81 | 39 | 96 | 70 | 48 | 63 | 52 | 77 | 61 | 61 | 52 | 66 | 33 | 58 | 65 | 56 | 59 | 55 |
| 58 | 73 | 73 | 85 | 43 | 56 | 64 | 56 | 65 | 58 | 72 | 66 | 52 | 64 | 71 | 47 | 61 | 73 | 66 | 48 | 49 |
| 65 | 77 | 81 | 83 | 59 | 57 | 65 | 66 | 57 | 65 | 73 | 65 | 54 | 66 | 81 | 48 | 71 | 77 | 65 | 72 | 70 |
| 58 | 63 | 83 | 65 | 41 | 53 | 58 | 65 | 58 | 54 | 82 | 67 | 59 | 69 | 59 | 51 | 64 | 76 | 63 | 69 | 65 |
| 59 | 67 | 55 | 58 | 35 | 52 | 77 | 73 | 63 | 56 | 91 | 47 | 51 | 71 | 60 | 58 | 62 | 81 | 62 | 57 | 55 |
| 64 | 82 | 59 | 100 | 43 | 63 | 42 | 61 | 61 | 72 | 62 | 53 | 63 | 57 | 57 | 53 | 101 | 80 | 63 | 55 | 58 |
| 75 | 51 | 55 | 55 | 51 | 52 | 77 | 66 | 65 | 73 | 67 | 49 | 61 | 59 | 58 | 61 | 65 | 83 | 59 | 62 | 57 |
| 101 | 63 | 60 | 56 | 63 | 63 | 81 | 65 | 73 | 75 | 69 | 53 | 51 | 77 | 48 | 54 | 83 | 73 | 70 | 73 | 52 |
| 68 | 58 | 65 | 57 | 77 | 51 | 83 | 69 | 47 | 44 | 83 | 61 | 51 | 59 | 50 | 55 | 86 | 61 | 46 | 71 | 49 |
| 64 | 72 | 66 | 63 | 81 | 65 | 80 | 68 | 49 | 61 | 61 | 51 | 54 | 63 | 58 | 62 | 58 | 66 | 46 | 62 | 62 |
| 47 | 44 | 81 | 71 | 85 | 60 | 91 | 59 | 53 | 66 | 71 | 55 | 50 | 58 | 56 | 63 | 62 | 63 | 62 | 46 | 66 |
| 59 | 79 | 75 | 85 | 73 | 73 | 73 | 61 | 48 | 53 | 68 | 53 | 51 | 55 | 49 | 66 | 65 | 65 | 65 | 40 | 72 |
| 61 | 59 | 84 | 83 | 66 | 48 | 83 | 63 | 56 | 67 | 66 | 61 | 53 | 53 | 32 | 78 | 66 | 68 | 65 | 48 | 61 |

ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL EN LA AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO

| PUNTO 9: Velocidades medidas en kph | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|----|----|----|----|
| 77 | 67 | 60 | 61 | 67 | 70 | 78 | 64 | 69 | 68 | 60 | 70 | 60 | 62 | 114 | 51 | 62 | 69 | 53 | 59 | 66 | 64 |
| 78 | 69 | 80 | 48 | 58 | 110 | 73 | 67 | 69 | 70 | 61 | 60 | 69 | 133 | 60 | 60 | 56 | 91 | 51 | 62 | 73 | 67 |
| 56 | 48 | 74 | 68 | 56 | 75 | 59 | 130 | 70 | 79 | 59 | 61 | 72 | 75 | 65 | 52 | 53 | 58 | 55 | 62 | 78 | 66 |
| 52 | 64 | 62 | 66 | 60 | 69 | 66 | 66 | 75 | 81 | 70 | 50 | 61 | 74 | 66 | 43 | 77 | 59 | 68 | 42 | 57 | 69 |
| 53 | 74 | 70 | 53 | 45 | 99 | 54 | 80 | 65 | 105 | 75 | 51 | 56 | 54 | 62 | 49 | 85 | 51 | 54 | 52 | 61 | 66 |
| 33 | 74 | 61 | 34 | 72 | 50 | 66 | 60 | 68 | 60 | 63 | 66 | 77 | 48 | 60 | 41 | 84 | 50 | 68 | 64 | 49 | 73 |
| 59 | 66 | 62 | 75 | 71 | 55 | 67 | 72 | 50 | 76 | 72 | 70 | 57 | 87 | 59 | 67 | 70 | 62 | 63 | 61 | 51 | 68 |
| 60 | 67 | 65 | 81 | 55 | 50 | 40 | 69 | 74 | 68 | 70 | 65 | 57 | 53 | 70 | 48 | 43 | 65 | 66 | 56 | 52 | 69 |
| 102 | 61 | 59 | 62 | 52 | 55 | 52 | 65 | 75 | 63 | 67 | 65 | 43 | 48 | 55 | 56 | 70 | 66 | 43 | 53 | 49 | 53 |
| 57 | 60 | 65 | 61 | 60 | 75 | 63 | 72 | 72 | 63 | 68 | 59 | 59 | 59 | 72 | 56 | 52 | 56 | 65 | 44 | 57 | 49 |
| 59 | 30 | 62 | 61 | 55 | 101 | 59 | 60 | 50 | 69 | 56 | 53 | 123 | 55 | 74 | 62 | 66 | 72 | 54 | 63 | 69 | 45 |
| 60 | 38 | 59 | 82 | 79 | 57 | 62 | 67 | 66 | 93 | 77 | 62 | 50 | 56 | 59 | 61 | 69 | 75 | 67 | 73 | 63 | 43 |
| 41 | 49 | 72 | 68 | 50 | 58 | 64 | 127 | 70 | 51 | 78 | 71 | 56 | 55 | 63 | 58 | 67 | 51 | 58 | 48 | 61 | 62 |
| 60 | 59 | 74 | 60 | 62 | 48 | 67 | 120 | 68 | 57 | 73 | 62 | 65 | 58 | 65 | 41 | 54 | 63 | 61 | 75 | 62 | 66 |
| 67 | 44 | 72 | 61 | 61 | 59 | 60 | 63 | 74 | 60 | 62 | 62 | 49 | 56 | 82 | 43 | 57 | 83 | 59 | 78 | 61 | 63 |
| 63 | 30 | 63 | 55 | 57 | 67 | 45 | 80 | 69 | 59 | 79 | 63 | 45 | 57 | 94 | 86 | 122 | 89 | 58 | 65 | 65 | 69 |
| 93 | 79 | 65 | 48 | 67 | 55 | 49 | 62 | 50 | 57 | 62 | 25 | 49 | 108 | 63 | 57 | 54 | 70 | 63 | 57 | 57 | |
| 39 | 108 | 135 | 77 | 66 | 71 | 50 | 63 | 51 | 62 | 53 | 54 | 45 | 102 | 55 | 89 | 64 | 71 | 56 | 46 | 74 | |
| 77 | 59 | 67 | 73 | 50 | 45 | 65 | 68 | 57 | 47 | 41 | 54 | 60 | 67 | 60 | 46 | 52 | 69 | 58 | 43 | 65 | |
| 74 | 56 | 69 | 66 | 62 | 50 | 52 | 67 | 52 | 49 | 79 | 53 | 96 | 64 | 55 | 89 | 18 | 54 | 59 | 37 | 50 | |
| 64 | 49 | 63 | 74 | 50 | 90 | 57 | 64 | 69 | 51 | 93 | 52 | 96 | 78 | 49 | 76 | 61 | 55 | 61 | 56 | 49 | |
| 64 | 39 | 57 | 66 | 43 | 45 | 60 | 56 | 60 | 48 | 47 | 69 | 79 | 59 | 93 | 76 | 58 | 47 | 61 | 66 | 46 | |
| 42 | 79 | 58 | 57 | 58 | 54 | 120 | 65 | 123 | 57 | 67 | 100 | 75 | 57 | 60 | 68 | 57 | 67 | 56 | 62 | 45 | |
| 84 | 78 | 52 | 50 | 59 | 65 | 59 | 70 | 63 | 59 | 59 | 92 | 69 | 48 | 65 | 80 | 60 | 46 | 74 | 63 | 50 | |
| 55 | 74 | 57 | 21 | 60 | 92 | 61 | 65 | 60 | 56 | 71 | 62 | 63 | 57 | 69 | 71 | 29 | 103 | 76 | 60 | 44 | |
| 54 | 76 | 64 | 48 | 77 | 55 | 70 | 40 | 79 | 61 | 65 | 46 | 57 | 70 | 110 | 60 | 53 | 62 | 68 | 62 | 54 | |
| 57 | 49 | 64 | 50 | 70 | 40 | 60 | 94 | 108 | 63 | 43 | 112 | 52 | 71 | 53 | 75 | 50 | 50 | 41 | 56 | 64 | |
| 67 | 68 | 62 | 46 | 58 | 60 | 65 | 60 | 63 | 105 | 62 | 35 | 57 | 73 | 44 | 50 | 68 | 63 | 79 | 51 | 66 | |

Anexo C. Información de los accidentes mortales

ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL EN LA AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO

| 2007 | | |
|---|--------------------------------|--|
| Información en la boleta | 4673 | 3941 |
| Tipo de accidente | atropello a persona | colisión con objeto fijo / atropello a animal / Salió de la vía / caída de algún ocupante |
| Cantón | La Unión | La Unión |
| Día | 24 | 9 |
| Mes | Diciembre | noviembre |
| Hora | 08:10 p.m. | 07:00 a.m. |
| Kilometro de ocurrencia | 13 | 11 (frente a Terra Mall, del puente peatonal 52 m al oeste) |
| Límite de velocidad | 60 kph | - |
| Estado de la calzada | Buena | B |
| Estructura especial | Ninguno | Ninguno |
| Condición de la calzada | seca | seca |
| Estado del tiempo | oscuro | buen tiempo |
| Alineamiento vertical | plano | plano |
| Alineamiento horizontal | recta | - |
| Señalamiento vial | - | demarcación |
| Iluminación | luz artificial | luz natural |
| Tipo de intersección | - | - |
| Existencia de espaldón? | espaldón | - |
| Sentidos de circulación | 2 | 2 |
| Ancho de la vía | 7 m | 7 m |
| Colisión | - | - |
| Obstáculos en la vía | Ninguno | un perro |
| Actuación de peatones | cruzando calzada en otro lugar | NA |
| Muerte de? | peatón | 2 pasajeros (5 pasajeros en total) |
| Factores de riesgos | - | - |
| Obstrucciones de visibilidad | - | - |
| Clase de vehículo involucrado | automóvil | automóvil |
| Rol del vehículo | golpeando | - |
| Direc. del vehículo antes del choque | hacia este o acceso este | - |
| Maniobra del conductor | circulando | - |

ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL EN LA AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO

| | 2008 | | | |
|--------------------------------|--|--|--|--|
| Información de boleta | 3091 | 3039 | 503 | 4681 |
| Tipo de accidente | atropello a persona | vuelco y atropello a persona | colisión entre vehículos y atropello a persona | vuelco |
| Cantón | La Unión | La Unión | La Unión | La Unión |
| Día | 5 | 4 | 5 | 11 |
| Mes | agosto | julio | setiembre | julio |
| Hora | 01:40 p.m. | 03:30 p.m. | 03:00 p.m. | - |
| Kilometro | Salida urb. Montufar | 12 (1 km al este del peaje) | del puente peatonal 75 m oeste | 14 (puente del fierro) |
| Límite de velocidad | NE | NE | - | 60 kph |
| Estado de la calzada | B | Buena - Resbaladiza | B | B |
| Estructura especial | puente peatonal | No | puente peatonal | puente |
| Condición de la calzada | seca | húmeda | seca | seca |
| Estado del tiempo | buen tiempo | lluvia mediana | buen tiempo | buen tiempo |
| Alineamiento vert | pendiente | semi-pendiente | plano | pendiente |
| Alineamiento horiz | recta | recta | recta | - |
| Señalamiento vial | demarcación | flechas | Ninguna | línea discontinua |
| Iluminación | luz natural | luz natural | luz natural | luz artificial |
| Tipo de intersección | - | - | - | - |
| Existencia de | puente peatonal | espaldón | Ninguna | - |
| Sentidos de circulación | 1 | 1 | 2 | 1 |
| Ancho de la vía | 7 m | 7 m | 7 m | 7 m |
| Colisión | lateral mismo sentido | - | lateral mismo sentido | lateral del mismo sentido |
| Obstáculos en la vía | No | No | Ninguna | ninguno |
| Actuación de peatones | cruzando la calzada en otro lugar cruzando por debajo de un puente peatonal | transitando por la derecha de la calzada | cruzando la calzada en otro lugar | - |
| Muerte de? | peatón | peatón | peatón y 2 pasajeros del CL | pasajero (sin cinturón, en estado de pre ebriedad) |
| Factores de riesgos | peatón cruzando indebidamente | para ambos vehículos: salirse de la vía | - | - |
| Obstrucciones de | - | - | - | automóvil |

ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL EN LA AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO

| | | | | |
|---|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| Visibilidad | | | | |
| Clase de vehículo involucrado | automóvil | 1 camión y 1 vagoneta | 1 de plataforma y 1 carga liviana | - |
| | | cargados apropiadamente | el de CL cargado apropiadamente | hacia oeste o acceso oeste |
| Rol del vehículo | golpeando | - | - | - |
| Direc. del vehículo antes del choque | hacia sur | hacia oeste | hacia oeste | |
| Maniobra del conductor | Circulando carril izdo. | en recorrido | - | |