

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Laboratorio Nacional de Materiales
y Modelos Estructurales
-LANAMME-

Programa de Ingeniería de Infraestructura de Transporte
-PITRA-

Proyecto PROVial

Informe de Auditoría Técnica de Seguridad Vial
Carretera Florencio del Castillo

Elaborado por:
Ing. German Valverde González. MBA

Marzo, 2003

**Informe Técnico de Auditoría de Seguridad Vial
Carretera Florencio del Castillo**

Definiciones.....	v
1 Introducción.....	1
2 Objetivos.....	1
3 Metodología.....	2
3.1 Visitas de Auditoría Realizadas.....	2
3.2 Participantes en la Auditoría.....	5
4 Alcance.....	5
5 Resultados de la Auditoría.....	6
5.1 Riesgo por Condición de la Calzada.....	7
a) Aspectos de Seguridad.....	7
b) Hallazgos de la Auditoría.....	7
b.1) Deterioro Superficial y Deformaciones.....	7
b.2) Condición de Superficie Lisa.....	7
c) Consecuencias.....	9
c.1) Deterioro Superficial y Deformaciones.....	9
c.2) Condición de Superficie Lisa.....	10
d) Recomendaciones.....	10
5.2 Riesgo por Condición del Espaldón.....	10
a) Aspectos de Seguridad.....	10
b) Hallazgos de la Auditoría.....	11
c) Consecuencias.....	12
d) Recomendaciones.....	13

5.3 Demarcación Horizontal.....	13
a) Aspectos de Seguridad.....	13
b) Hallazgos de la Auditoría.....	14
c) Consecuencias.....	15
d) Recomendaciones.....	16
5.4 Señalamiento Vertical.....	16
a) Aspectos de Seguridad.....	16
b) Hallazgos de la Auditoría.....	17
c) Consecuencias.....	23
d) Recomendaciones.....	23
5.5 Publicidad en la Vía.....	24
a) Aspectos de Seguridad.....	24
b) Hallazgos de la Auditoría.....	24
c) Consecuencias.....	25
d) Recomendaciones.....	25
5.6 Presencia de Obstáculos y otros Peligros Laterales.....	26
a) Aspectos de Seguridad.....	26
b) Hallazgos de la Auditoría.....	27
c) Consecuencias.....	30
e) Recomendaciones.....	30
5.7 Facilidades Peatonales y para Ciclistas.....	31
a) Aspectos de Seguridad.....	31
b) Hallazgos de la Auditoría.....	32
c) Consecuencias.....	34
f) Recomendaciones.....	34
5.8 Desarrollo de Propiedades Laterales y Accesos Ilegales.....	35

a) Aspectos de Seguridad.....	35
b) Hallazgos de la Auditoría.....	36
c) Consecuencias.....	37
g) Recomendaciones.....	37
5.9 Intersecciones.....	38
5.9.1 Aspectos de Seguridad.....	38
5.9.2 Intersección Hacienda Vieja.....	40
a) Hallazgos de la Auditoría.....	41
b) Consecuencias.....	43
c) Recomendaciones.....	43
5.9.3 Intercambio Lomas de Ayarco.....	44
a) Hallazgos de la Auditoría.....	44
b) Consecuencias.....	47
d) Recomendaciones.....	47
5.9.4 Intersección San Diego.....	48
a) Hallazgos de la Auditoría.....	48
b) Consecuencias.....	51
c) Recomendaciones.....	51
5.9.5 Intercambio Superior de Tres Ríos.....	52
a) Hallazgos de la Auditoría.....	52
b) Consecuencias.....	54
c) Recomendaciones.....	55
5.9.6 Intercambio Inferior de Tres Ríos.....	56
a) Hallazgos de la Auditoría.....	56
b) Consecuencias.....	58
c) Recomendaciones.....	59

5.9.7 Lazos de Giro en U “Bomba Cristo Rey”.....	60
a) Hallazgos de la Auditoría.....	60
b) Consecuencias.....	62
c) Recomendaciones.....	63
5.9.8 Intersección “Antes de Taras”	64
a) Hallazgos de la Auditoría.....	64
b) Consecuencias.....	66
c) Recomendaciones.....	67
5.9.9 Intersección Taras.....	67
a) Hallazgos de la Auditoría.....	69
b) Consecuencias.....	70
c) Recomendaciones.....	70
6 Análisis de Riesgo y Asignación de Prioridades.....	70
7 Bibliografía.....	79

Definiciones

Acceso: Entrada y/o salida de vehículos ubicada al margen de la carreteras y que conecta con éstas.

Autopista: Carretera de acceso restringido, de cuatro o más carriles de circulación, con isla central divisoria o sin ella.

Calles locales: Vías públicas incluidas dentro del cuadrante de un área urbana, y que no estén clasificadas como travesías urbanas en la red vial nacional.

Calzada: Superficie de la vía sobre la que transitan los vehículos, compuesta por uno o varios carriles de circulación. No incluye el espaldón.

Carretera de acceso restringido: Son aquellas vías en las que únicamente se permite el acceso de los vehículos en las intersecciones o en sitios distintos cuando se trate de las excepciones contempladas en el presente Reglamento. Asimismo, se permite el ingreso a las propiedades colindantes mediante las vías marginales, que son caminos adyacentes y generalmente paralelas a las vías de acceso restringido, las que permiten la comunicación con las intersecciones.

Carretera de Acceso Semirestringido: Son aquellas carreteras que por sus condiciones de operación requieren control del número, del diseño apropiado y construcción adecuada de los accesos para asegurar el tránsito fluido de vehículos, minimizando así el riesgo de accidentes.

Derecho de vía: Franja de terreno propiedad del Estado, de naturaleza demanial, destinada para la construcción de obras viales, para la circulación de vehículos y otras obras relacionadas con la seguridad, el ornato y el uso peatonal, generalmente comprendida entre los linderos que la separa de los terrenos públicos o privados adyacentes a la vía.

Intersección: Lugar en donde convergen dos o más vías públicas, para mantener la dirección de su trayectoria o realizar la acción de viraje.

Red vial nacional: Conjunto de carreteras nacionales determinadas por el Consejo Nacional de Vialidad, con sustento en los estudios técnicos respectivos, y constituidas por carreteras primarias, secundarias y terciarias, cuya administración es competencia del Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

Valla Publicitaria: Toda estructura especialmente construida y diseñada para hacer publicidad exterior y que anuncia productos o servicios que no necesariamente se compran, venden o producen en el mismo sitio donde se encuentra instalada.

Informe de Auditoría Técnica de Seguridad Vial
Carretera: Florencio del Castillo
Ruta: 2

1. Introducción

Esta auditoría técnica de seguridad vial de la carretera Florencio del Castillo (Ruta 2), se realizó siguiendo la metodología del manual de “Procedimientos de Auditoría Técnica de Seguridad Vial en Carreteras Existentes” (noviembre del 2002). Este método fue desarrollado por el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LANAMME), con base en la experiencia internacional y en leyes, reglamentos y normas de diseño, como método de revisión y evaluación de las condiciones físicas y operativas de una carretera existente desde el punto de vista de la seguridad vial.

Como parte de las actividades del desarrollo de la metodología para realizar auditorías de seguridad vial se eligió la carretera Florencio del Castillo para efectuar auditorías piloto, las cuales tenían como propósito estudiar y evaluar los aspectos relacionados con la seguridad de esta carretera y, a la vez servir como mecanismo para el diseño de los formularios del manual de auditorías de seguridad vial.

2. Objetivos

Los objetivos de una auditoría técnica de seguridad vial en una carretera existente son:

- Identificar los problemas potenciales de seguridad de la vía.
- Identificar las condiciones de operación de la vía que atentan contra la seguridad vial.
- Buscar consistencia de nivel de servicio y seguridad a lo largo de la red vial nacional.
- Realimentar y mejorar el diseño y construcción de carreteras y puentes en los aspectos de seguridad vial.

3. Metodología

3.1 Visitas de Auditoría

Se realizaron cuatro tipos de visita de auditoría técnica de seguridad vial, tal y como se explica a continuación.

El primer tipo de visita de auditoría se realiza recorriendo a velocidad normal, en ambos sentidos de circulación, todo el tramo de la carretera evaluada, con el propósito de identificar los principales elementos que atentan contra la seguridad vial en la vía, a los cuales se les deberá poner especial atención en la auditoría.

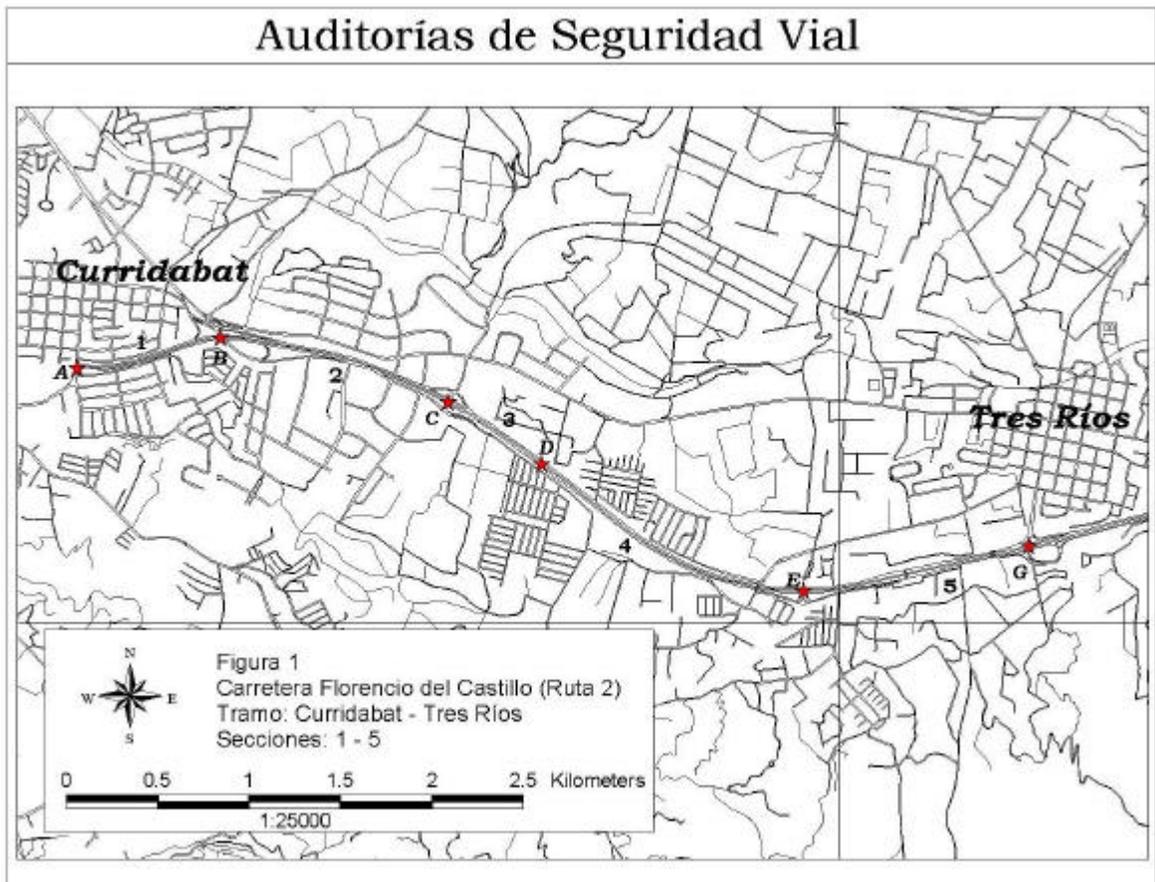
En un segundo recorrido se realiza una inspección cuidadosa de todas las secciones en las que se dividió la vía para efectos de la auditoría, recopilando la información necesaria en los formularios diseñados para tal fin.

Se realiza también un recorrido a velocidad normal en ambos sentidos de circulación de todo el tramo de carretera durante horas de la noche, para evaluar la seguridad vial de la carretera en condiciones de conducción y operación nocturna.

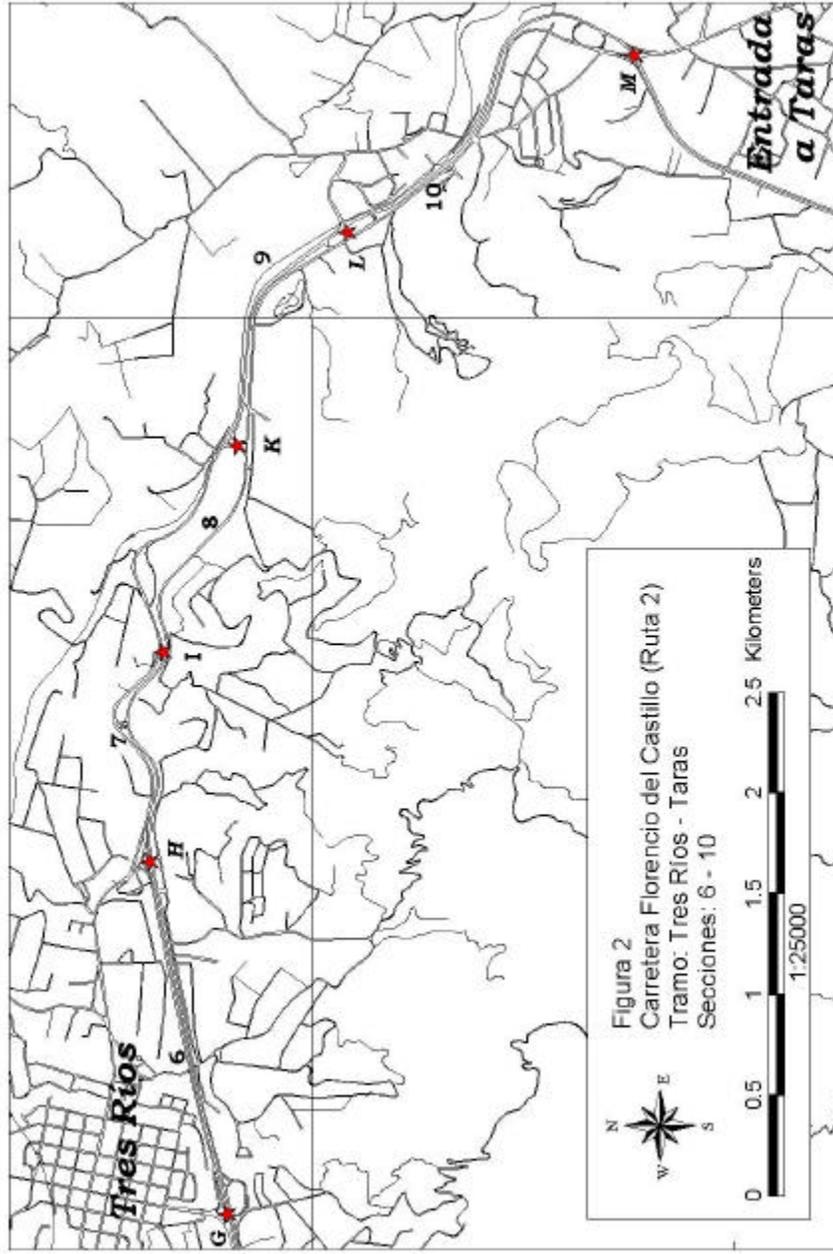
Con base en las observaciones realizadas en las tres inspecciones anteriores, se definen aquellos elementos y secciones de carretera que requieren una inspección detallada. En esta cuarta visita de auditoría usualmente se realizan mediciones técnicas de parámetros tales como: retroreflectividad de la demarcación horizontal y del señalamiento vertical, se toman medidas longitudinales y transversales de la calzada y, se realizan mediciones del coeficiente de resistencia al deslizamiento del pavimento, entre otros.

Este informe resume los aspectos relacionados con las dos primeras inspecciones realizadas en la carretera Florencio del Castillo, en las cuales se efectúan recorridos a velocidad normal en ambos sentidos de circulación y a

baja velocidad para observar algunos elementos de forma detallada, así como de otras visitas de auditoría en las que se realizó un estudio de velocidad y medidas del coeficiente de fricción del pavimento. Las inspecciones realizadas hasta la fecha no incluyen inspecciones nocturnas ni estudios técnicos detallados de parámetros de retroreflectividad.



Auditorías de Seguridad Vial



A continuación se enlistan las visitas de auditoría realizadas:

Visita de Auditoría	Fecha
Aplicación de formularios de auditoría técnica de seguridad vial en carreteras existentes: 1. Calzada, Peralte y Sobre ancho, Espaldón 2. Demarcación Horizontal 3. Señalamiento Vertical 4. Facilidades Peatonales / Ciclistas, Obstáculos / Peligros Laterales	22-noviembre-2003
Evaluación de intersecciones	14-enero-2003
Estudio de velocidades de operación	14-enero-2003
Medición del coeficiente de fricción del pavimento	15-enero-2003

En las Figuras 1 y 2 se muestra el trazado de la carretera y la sub-división de tramos definida para efectos de este estudio.

3.2 Participantes en la Auditoría

El equipo de auditores responsable de este informe está formado por el siguiente personal:

- Ing. German Valverde González, MBA (Auditor Líder)
- Ing. José Pablo Cantillano
- Ing. Marcos Rodríguez, Msc.

4. Alcance

En cumplimiento de la Ley No. 8114 de Simplificación y Eficiencia Tributarias, artículos 5 y 6, la Asamblea Legislativa le encarga a la Universidad de Costa Rica, mediante su Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME), la tarea de realizar evaluaciones para garantizar la calidad de la red vial nacional.

Con el afán de lograr este objetivo, el LANAMME brinda a la administración un servicio de asesoría técnica en distintas áreas relacionadas con la infraestructura del transporte, incluyendo la seguridad vial.

Así, se inspeccionó la carretera Florencio del Castillo (Ruta 2), el tramo que va desde Hacienda Vieja en Curridabat hasta la intersección en Taras (entronque con la Ruta 219), con una longitud aproximada de 13 kilómetros. El tramo total de carretera se dividió en diez secciones según se muestra en las Figuras 1 y 2.

De acuerdo con el Artículo 22 del “Reglamento de Carreteras de Acceso Restringido y de Acceso Semirestringido”, el tramo que va de Curridabat al intercambio Tres Ríos, formado por las secciones de la 1 a la 5 (Ver Figura 1), está definido como carretera de acceso restringido, mientras que el tramo Tres Ríos – Taras, formado por las secciones de la 5 a la 10 en la Figura 1, está definido como carretera de acceso semirestringido (en el sentido San José-Cartago).

Con respecto a la magnitud de los flujos vehiculares diarios que utilizan esta vía se conoce que el **Tránsito Promedio Diario (TPD)** de esta carretera es de aproximadamente 31,000 vehículos diarios¹ a la altura de la estación del peaje de Tres Ríos.

La carretera Florencio del Castillo en el tramo Curridabat-Taras se caracteriza por tener una sección de dos carriles por sentido de circulación, con una isla central conformada por una zona verde que separa ambos sentidos de circulación contrarios.

5. Resultados de la Auditoría

Con base en las inspecciones de auditoría realizadas en el tramo Curridabat-Taras de la carretera Florencio del Castillo se determinaron las siguientes elementos que atentan contra la seguridad vial:

¹ El TPD de la Carretera Florencio del Castillo a la altura del peaje de Tres Ríos se estimó en un valor de 30,632 veh/día en el “Estudio Funcional y de Capacidad para Mejorar la Operación en las Estaciones de Cobro de Peaje”, INGETrans Consultores S.A., 2002.

5.1 Riesgo por Condición de la Calzada

a) Aspectos de Seguridad

El estado de deterioro de la superficie de rodamiento induce a maniobras inesperadas en los conductores, con el consecuente efecto en la ocurrencia de accidentes.

En consecuencia, la calzada debe estar en buenas condiciones, sin deformaciones ni baches considerables que puedan ocasionar la pérdida de control del vehículo o que obliguen al conductor a realizar una maniobra forzada de forma repentina. También es importante que la carretera no posea una superficie lisa, ya que esa condición incrementa la longitud de frenado y el derrape de los vehículos.

b) Hallazgos de la auditoría

b.1) Deterioro Superficial y Deformaciones

La carretera presentan en términos generales una superficie de rodamiento en buenas condiciones. Sin embargo en algunas secciones (1, 2, 7, 8, 9 y 10) se presentan daños y deformaciones en la calzada, aunque el nivel de deterioro encontrado en la superficie de rodamiento aún no es tan severo como para que represente un problema de seguridad, a excepción del daño encontrado sobre el carril derecho de la sección 9 (sentido San José-Cartago) en las cercanías de la industria Kativo (Ver Fotografía 1).

b.2) Condición de Superficie Lisa

Mediante inspección ocular se identificaron algunos tramos con posibles condiciones de pavimento liso o deslizante. La condición de pavimento liso se identificó a lo largo de la "huella" que marcan sobre el carril las llantas de los vehículos, observándose una superficie brillante y lisa longitudinalmente al trazado de la carretera.



Fotografía 1
Calzada con deterioro severo

Los tramos identificados inicialmente mediante inspección ocular como de superficie lisa son:

- En el sentido San José-Cartago: secciones 4 y 5 (tramo Pasoca-Intercambio Tres Ríos)
- En el sentido Cartago-San José: sección 9 (frente a las antiguas estaciones de pesaje).

Con el propósito de verificar la condición de lisura del pavimento se realizó una visita de auditoría especial en la cual se realizaron mediciones del coeficiente de rozamiento de la calzada, aplicando el método de medición con el péndulo inglés (según norma ASTM-303) y la mancha de arena (NLT-335/87 y ASTM E 965-87).

En la Figura 3 se resumen los resultados obtenidos en las mediciones del coeficiente de rozamiento. Se realizó un ensayo de prueba (Punto 1 del gráfico) en el tramo “Hacienda Vieja – La Galera”, se realizaron tres ensayos más a lo largo de la carretera en el sentido “San José – Cartago” y dos ensayos en el sentido “Cartago – San José”.

En primer lugar se verificó la relación existente entre los resultados obtenidos con ambas pruebas. De acuerdo con la Figura 3, a excepción del “Punto 1”, los resultados obtenidos con base en ambas pruebas poseen un alto nivel de correlación (Ver resultados de R^2 en serie parcial de la Figura 3, la cual no considera el “Punto 1”, que fue eliminado en el análisis de correlación por considerarse un error experimental).

Con respecto a los valores obtenidos con el ensayo de la mancha de arena (sin incluir el “Punto 1”), se concluye que en todos los casos el pavimento clasifica como de “Superficie Fina” o “Superficie Muy Fina”, lo cual es inaceptable para una carretera de altas velocidades de operación como la Florencio del Castillo.

Por otra parte, al comparar los valores obtenidos con base en el ensayo del péndulo inglés, a excepción del “Punto 5”, ninguna de las muestras cumple con el valor mínimo de coeficiente de fricción definido para carreteras nuevas según la normativa española².

² Se utiliza esta norma como referencia ya que en Costa Rica no existe ninguna normativa al respecto.

Con base en los ensayos realizados del coeficiente de fricción de la carretera, se concluye que existe una condición de pavimento liso a lo largo de la carretera. Teniendo en cuenta que la carpeta asfáltica de esta carretera es de reciente colocación (menos de 3 años), se concluye que esta carpeta asfáltica presenta un deterioro prematuro (deficiente desempeño) desde el punto de vista de la textura superficial, con el consecuente efecto en la incidencia de accidentes.

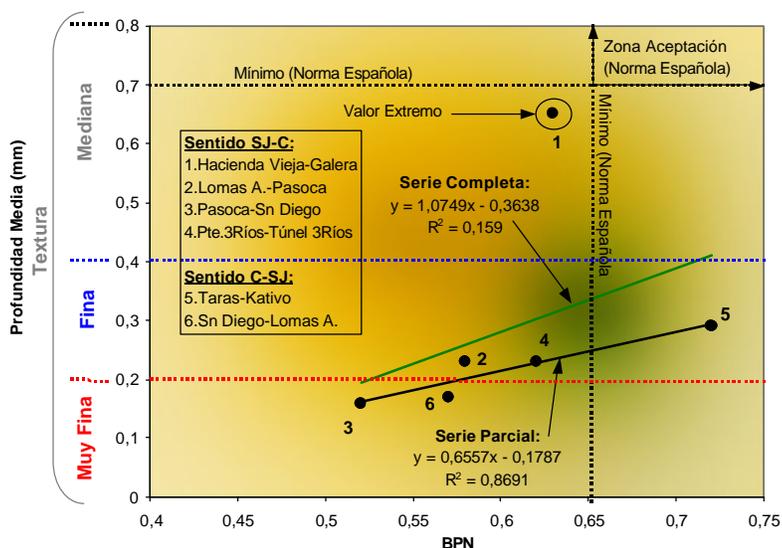


Figura 3

Resultados de medición del coeficiente de fricción del pavimento

c) Consecuencias

c.1) Deterioro Superficial y Deformaciones

Los daños y deformaciones poco severos detectados en la calzada no representan un peligro inminente de seguridad, sin embargo, es importante dar mantenimiento a las secciones identificadas para evitar que los daños que poseen se agraven y puedan llegar a convertirse en un elemento de inseguridad en la carretera.

En el caso del daño en la calzada encontrado sobre el carril derecho de la sección 9 en el sentido San José-Cartago, su nivel de deterioro es alto y se considera un elemento de inseguridad vial, debido a que representa un obstáculo inesperado para los conductores. La presencia de este daño sobre la calzada podría resultar en accidentes de tránsito por la posible pérdida de control de un vehículo o como resultado de que un conductor realice una maniobra repentina al tratar de esquivar la zona deteriorada.

c.2) Condición de Superficie Lisa

Las condiciones de pavimento liso identificadas en algunos tramos reducen la seguridad de la carretera, debido a que incrementan la longitud de frenado necesaria para detener un vehículo. Esta situación es de especial cuidado sobre una carretera de alta velocidad de operación como la Florencio del Castillo. La condición más crítica se presenta sobre la sección 9 en el sentido Cartago-San José, debido a que en ese tramo la carretera posee una sección en descenso con alta pendiente.

d) Recomendaciones

- Realizar una evaluación detallada de los daños y deformaciones identificados en la calzada a lo largo de la carretera y programar la reparación adecuada.
- Evaluar y determinar la mejor solución técnica para reparar los daños de la calzada. Se debe poner especial cuidado y priorizar la reparación de daños en la sección 9 (sentido San José-Cartago).
- Estudiar y corregir los problemas de pavimento liso identificados a lo largo de la carretera.

5.2 Riesgo por Condición del Espaldón

a) Aspectos de Seguridad

La presencia del espaldón en una carretera cumple varias funciones desde el punto de vista de seguridad, entre las que destacan:

- Representa una separación entre los carriles de circulación y los elementos laterales existentes, tales como edificaciones y otras propiedades, postes, árboles, paradas de buses, entre otros.
- Espacio que puede ser utilizado para parquear provisionalmente vehículos con problemas mecánicos



Fotografía 2
Espaldón inexistente

u otros, sin obstaculizar el flujo vehicular de la vía.

- Servir como espacio de tránsito peatonal en secciones donde no existan aceras.
- Incrementar la visibilidad de la vía.

Para que el espaldón cumpla sus funciones adecuadamente, es necesario que esté en buenas condiciones, que no se encuentre obstruido y posea un ancho suficiente, así como estar demarcado mediante la línea de borde. El espaldón se requiere a lo largo de toda la carretera, inclusive en las calzadas sobre puentes de pasos a desnivel y puentes sobre ríos y quebradas.

b) Hallazgos de la auditoría

Se identificó deterioro en el espaldón de varias secciones de la carretera, la inexistencia de espaldón en puentes sobre ríos y quebradas y, la falta de demarcación horizontal del espaldón en varias secciones de la carretera. En las Fotografías 2, 3 y 4 se ilustran las deficiencias identificadas en el espaldón de la carretera.

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

- Sentido San José-Cartago: 3, 7, 8, 9 y 10
- Sentido Cartago-San José: 10, 9, 8 y 7

En las siguientes secciones se encontró que el espaldón no existía o no existía demarcación horizontal de la línea de borde (que separa el carril derecho del espaldón):

- Sentido San José-Cartago: 7, 9 y 10
- Sentido Cartago-San José: 8 y 6



Fotografía 3
Inexistencia de espaldón en puentes sobre ríos y quebradas



Fotografía 4
Espaldón no demarcado en sección de intercambio, inexistencia total de demarcación horizontal

c) Consecuencias

El deterioro identificado en el espaldón de varias secciones de la carretera evita que el espaldón cumpla adecuadamente las funciones anotadas anteriormente (sección 5.2 a), con el consecuente efecto en la seguridad de la vía. Sin embargo, aunque no deja de ser importante que el espaldón se encuentre en buenas condiciones, con respecto a otros aspectos detectados en la auditoría, este elemento (deterioro identificado en el espaldón) se considera de relativo bajo impacto sobre la seguridad de la vía.

La inexistencia de espaldón en la calzada de puentes sobre ríos y quebradas reduce de forma considerable la seguridad de la carretera. Esta situación provoca un cambio brusco en la sección típica de la vía mediante un estrechamiento puntal del ancho de la calzada y genera un peligro de colisión contra las barandas del puente. Esta condición representa un obstáculo lateral muy cercano a la vía debido a la falta de una separación adecuada entre el carril derecho y las barandas del puente (Ver Fotografía 3).

La falta de demarcación horizontal de la línea de borde, para separar el carril de circulación derecho y el espaldón, incrementa la posibilidad de que los usuarios se salgan del camino, colisionando con algún obstáculo lateral o experimentando un vuelco del vehículo. Esta situación se agrava en las secciones de carretera donde la falta de demarcación de la línea de borde se

presenta en los pasos a desnivel, debido a que los conductores de la vía podrían conducir al margen de su carril de circulación en dirección a una rampa del intercambio, tal y como se muestra en la Fotografía 4.

d) Recomendaciones

- Evaluar y reparar los daños encontrados en el espaldón de varias secciones de la carretera.
- Colocar señalamiento preventivo de la cercanía de un puente antes de cada puente sobre ríos o quebradas, a lo largo de toda la carretera, de acuerdo con lo establecido en el “Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito”, SIECA-2000.
- Demarcar con pintura retroreflectiva las barandas de todos los puentes sobre ríos y quebradas existentes a lo largo de la vía.
- Colocar captaluces sobre la línea de borde y sobre la línea lateral izquierda a lo largo de la calzada de puentes sobre ríos y quebradas existentes en la vía.
- Demarcar horizontalmente la línea de borde que separa el carril de circulación derecho y el espaldón, en todas aquellas secciones identificadas con carencia de esta demarcación.

5.3 Demarcación Horizontal

a) Aspectos de Seguridad

La demarcación horizontal del pavimento desempeña funciones especiales de suma importancia en el esquema de control vehicular de una carretera. En algunos casos, la demarcación horizontal es utilizada como un elemento de confirmación o complemento de las indicaciones o advertencias de otros dispositivos de control, tales como señales verticales y semáforos. En otros, transmite instrucciones que no pueden ser representadas mediante el uso de ningún otro tipo de dispositivo. Además, representan la guía que tiene el usuario para mantener su carril de circulación y, seguir de forma adecuada el trazado geométrico de la vía.

Dada su ubicación sobre la superficie de rodamiento, la demarcación horizontal es uno de los dispositivos de control vehicular más efectivos en transmitir su información a los usuarios, ya que está siempre en el ángulo de visión del conductor mientras éste se encuentre atento al camino.

En circunstancias favorables, la demarcación horizontal aumenta considerablemente la seguridad de los usuarios de la carretera, puesto que les indica regulaciones y advertencias sin que por ello distraigan su atención de la carretera.

b) Hallazgos de la auditoría

Con base en las inspecciones y recorridos realizados a la carretera se determinó que la deficiencia existente en la demarcación horizontal es uno de los aspectos más generalizados a lo largo de la vía.

El tramo completo de carretera evaluado, salvo secciones cortas y aisladas (como en el tramo de vía de los carriles de aproximación al peaje de Tres Ríos), presenta altas deficiencias con respecto al señalamiento horizontal, ya sea por inexistencia, desgaste o por haber quedado cubierto por asfalto debido a reparaciones de la calzada.



Fotografía 5

Demarcación horizontal inexistente

La Fotografía 5 ilustra un ejemplo típico de la condición deficiente de demarcación horizontal en la que se encuentra la carretera. En este caso se muestra un segmento de la sección 4, entre Lomas de Ayarco y San Diego, en el sentido de circulación San José-Cartago, en la cual la demarcación horizontal es inexistente.

Otro ejemplo de la falta de demarcación horizontal adecuada lo constituye la demarcación de una isleta de concreto localizada al

margen derecho de la calzada, a la altura del peaje de Tres Ríos en el sentido de circulación Cartago-San José (ver Fotografía 6).

A pesar de que los bordes de la isleta de concreto se encuentran demarcados con pintura retroreflectiva amarilla, la demarcación posee un nivel de desgaste considerable y, además, el color que debe utilizarse para realizar la demarcación horizontal de este obstáculo es el blanco, debido a que todo el flujo vehicular que transita al margen de la obstrucción se mueve en el mismo sentido de circulación³.



Fotografía 6

Demarcación Horizontal Deficiente
Isleta de Concreto a la Altura del Peaje de Tres Ríos

Además, debido al peligro que representa este obstáculo sobre la calzada y a su ubicación, es necesario dotarla de una demarcación horizontal de mayor visibilidad, tanto diurna como nocturna. De acuerdo con el “Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito”, SIECA-2000, la demarcación horizontal que se debe utilizar en estos casos es mediante líneas diagonales tipo “chevron” de color blanco.

c) Consecuencias

Las deficiencias encontradas en la demarcación horizontal a lo largo de toda la carretera en general, limitan la tarea de conducción segura sobre la vía y en consecuencia reducen de manera considerable la seguridad vial de la carretera y, de manera especial durante la noche o en periodos de lluvia.

Debido a la inexistencia o desgaste de las líneas de borde y de las líneas de carril, se dificulta el seguimiento del trazado de la carretera, incrementando la

³ Ver sección 3.2.7 del “Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito”, SIECA, 2000

posibilidad de salirse de la vía o de invadir el carril de circulación de al lado, situaciones que podrían resultar en un accidente de tránsito.

En el caso particular de la isleta de concreto localizada a la altura del peaje de Tres Ríos, en el sentido de circulación Cartago-San José, la limitada demarcación horizontal que posee, sumado las deficiencias de demarcación horizontal de las líneas de borde y de carril, podría provocar que algunos usuarios se desvíen de su trayectoria e invadan la isleta de concreto. Además, el uso del color amarillo en lugar del color blanco en la demarcación horizontal que posee esta isleta de concreto va en contra del principio de uniformidad que deben cumplir los dispositivos de control vehicular⁴.

d) Recomendaciones

- Demarcar adecuadamente el tramo completo de la carretera Florencio del Castillo desde Curridabat hasta el entronque con la Ruta 219 en Taras.
- Corregir y mejorar la demarcación horizontal de la isleta de concreto localizada a la altura del peaje de Tres Ríos en el sentido Cartago-San José, de acuerdo con las normas establecidas en el “Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito”, SIECA-2000.
- Reforzar la demarcación horizontal de los bordes en la isleta de concreto (caso mencionado en la recomendación anterior) mediante la colocación de captaluces.

5.4 Señalamiento Vertical

a) Aspectos de Seguridad

El objetivo del señalamiento vial es facilitar y garantizar el movimiento ordenado, seguro y predecible de todos los usuarios de la vía a través de toda la red vial, así como el de guiar y advertir a los conductores en la carretera conforme sea necesario.

⁴ Ver sección 1.5.2.3 del “Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito”, SIECA, 2000.

Un adecuado diseño, instalación y mantenimiento del señalamiento vertical contribuirá en gran medida a la operación segura y eficiente de la red vial.

Para que el señalamiento vertical cumpla con sus objetivos debe cumplir con varios requisitos, por ejemplo:

- Satisfacer una necesidad para el adecuado desenvolvimiento del tránsito vehicular y peatonal.
- Atraer la atención del usuario.
- Transmitir un mensaje claro y sencillo.
- Infundir respeto a los usuarios.
- Instalarse de tal forma que transmitan su información a los usuarios cuando éstos la necesitan.

Con este propósito se debe tener en consideración los siguientes aspectos relativos al señalamiento vertical (así como de otros dispositivos de control vehicular): diseño, localización, operación, uniformidad, mantenimiento y contenido del mensaje.

b) Hallazgos de la auditoría

Se detectaron varias condiciones inapropiadas con respecto al señalamiento vertical: señales deterioradas, afectadas por vandalismo (señales manchadas con pintura de aerosol), con diseño no homogéneo e inadecuado (forma, tamaño y mensaje), señales ubicadas a una altura y posición inadecuada, así como arreglos de señales inapropiados.

A lo largo de la carretera se observó la frecuente presencia de señales viales que han sido golpeadas por vehículos, algunos de ellas en muy mal estado como la que se muestra en la Fotografía 7.



Fotografía 7
Señalamiento vertical en mal estado

En la Fotografía 8A se ilustra cómo la pintura de aerosol aplicada sobre algunas señales viales, como práctica de vandalismo, en algunos casos afecta de manera considerable la efectividad de las señales, debido a que la mancha de pintura obstruye casi por completo el mensaje oficial que contiene la placa de la señal. La Fotografía 8B muestra otra señal también afectada por vandalismo, pero en este caso la señal fue dañada al parecer con arma de fuego.



A



B

Fotografía 8

Señalamiento vertical afectado por vandalismo

Por otra parte, se observaron señales cuyo diseño, ubicación o arreglo, no coincide con los estándares de uniformidad que se establecen en el "Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito". Algunos ejemplos se muestran en el conjunto de Fotografías 9 A, B y C.

La Fotografía 9A muestra una señal de reglamentación que indica la prohibición de tránsito vehicular y peatonal en la zona de cercanía a las oficinas administrativas de la estación de peaje de Tres Ríos. En este caso, la señal no corresponde a ninguna de las establecidas en el manual de señalamiento, y además no posee las características necesarias de diseño uniforme. Entre los

defectos de diseño que posee esta señal destacan la cantidad excesiva de texto que posee y el uso de un tamaño de letra muy pequeño.

Se encontraron algunas señales ubicadas a muy baja altura, como la que se muestra en la Fotografía 9B, las cuales no poseen un claro vertical mínimo de 1.5 metros medido desde el nivel del carril derecho hasta el borde inferior del tablero de la señal.



A



B

Fotografía 9

- A. Señal vertical con diseño Inadecuado
- B. Señal con claro vertical inadecuado
- C. Arreglo inadecuado del señalamiento vertical



C

En la Fotografía 9C se ilustran varias no conformidades existentes en el señalamiento vertical de la carretera. En primer lugar, la señal de información de destinos posee un arreglo de cuatro letreros, mientras que la norma establece que para vías rápidas se deben utilizar dos destinos por señal

informativa⁵. Por otra parte, la señal informativa está seguida por una señal preventiva P-1-2, la cual ha sido afectada por el vandalismo y está ubicada a poca distancia de la señal informativa, de tal forma que la señal informativa impide la visibilidad de la señal P-1-2. De acuerdo con la normativa⁶, cuando se requiera instalar señales de prevención y de información en sitios próximos, la señal de prevención debe preceder a la señal de información en una distancia no menor de 60 m y estará de modo que no impida la visibilidad de esta.

Por otra parte, se detectó un pobre control de velocidad a lo largo de la carretera, con señales aisladas de velocidad máxima e inexistencia de demarcación horizontal. Las señales de límite de velocidad deben ubicarse en los puntos donde existe el cambio de un límite de velocidad a otro, así como instalarse periódicamente para recordarle al conductor el límite de velocidad vigente.

La señal de límite de velocidad (R-2-1, según nomenclatura del “Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito, SIECA-2000) debe colocarse cada vez que se justifique un cambio de la velocidad máxima segura de operación, según los cambios en las características geométricas de la carretera, de tal forma que al final de una sección de carretera en la cual se establece cierta velocidad máxima, debe instalarse una señal R-2-1 indicando el límite que rige en la próxima sección de la carretera.

“También se debe colocar la señal R-2-1 después de las intersecciones o intercambios principales, sí como después de cualquier acceso o entrada a la vía, con el fin de indicar a los conductores que acaban de ingresar a la carretera cuál es el límite de velocidad vigente en esa vía, y que a su vez sirve como recordatorio a quienes ya circulaban por ella.”⁷

Con respecto al control de velocidad, se realizó un estudio de velocidades de operación en diferentes tramos de la carretera. En cada tramo de vía se tomó una muestra mínima de 100 medidas de velocidad a vehículos livianos bajo

⁵ Ver sección 2.4.4.5.1 del “Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito”, SIECA-2000.

⁶ Sección 2.4.4.3 del “Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito”, SIECA-2000.

⁷ Sección 2.2.5.2 del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito”, SIECA-2000, pág.: 2.49

condiciones de operación libre. Los resultados de este estudio de velocidades se resume en los Cuadros 1 y 2.

El estudio de velocidades se limita a calcular el percentil 85 de la velocidad de operación en cada tramo (parámetro comúnmente utilizado para definir el límite de velocidad máxima) y comparar ese valor con el límite de velocidad máximo permitido en dicho tramo, según el señalamiento vertical o la demarcación horizontal existente.

De acuerdo con los resultados, a excepción del tramo “Lomas de Ayarco - Pasoca” en el sentido “San José – Cartago” y del tramo “Peaje de Tres Ríos – Lomas de Ayarco” en el sentido “Cartago – San José”, en el resto de los tramos estudiados la velocidad del percentil 85 sobrepasa de manera considerable el límite de velocidad máxima, presentando además un alto porcentaje de usuarios que exceden el límite de velocidad máxima establecido (entre un 45% y un 100%).

Estos resultados reflejan que existe una inconsistencia entre el límite de velocidad máxima establecido a lo largo de la carretera y la velocidad de operación segura que los usuarios perciben.

El Artículo 82 de la ley No.7331⁸ señala que: “Los límites de velocidad para la circulación de los vehículos serán fijados por la Dirección General de Ingeniería de Tránsito, de acuerdo con el tipo y las condiciones de la vía, **previo estudio técnico**”. En este artículo también se establecen algunos límites legales de velocidad máxima y mínima para ciertos tipos de carretera y situaciones especiales.

Cuadro 1: Análisis de Límites de Velocidad y Velocidades de Operación
Ruta 2: Sentido San José-Cartago

Sentido: San José-Cartago	Curri-Galera	Lomas-Pasoca	SnDiego-Peaje	Pte 3R-Túnel 3R	Antes Túnel 3R	3Ríos-Taras	Kativo-Taras
Velocidad Media:	63	81	65	73	82	69	66
Desviación Estándar:	11	10	11	10	10	9	10
Máximo:	89	99	89	97	102	91	87
Mínimo:	31	56	43	50	58	45	37
Percentil 85:	76	92	77	83	92	80	78
Límite Existente:	40	90	40	60	60	60	60
%Exceden:	96%	23%	100%	91%	98%	84%	70%

⁸ Ley No. 7331: "Ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres", 1993.

Cuadro 2: Análisis de Límites de Velocidad y Velocidades de Operación
Ruta 2: Sentido Cartago-San José

Sentido: Cartago-San José	Taras-3 Ríos	Kativo-3 Ríos	Túnel 3R-Pte 3R	Peaje-Lomas	Galera-H.Vieja
Velocidad Media:	75	69	85	83	79
Desviación Estándar:	11	9	11	9	9
Máximo:	109	91	115	104	101
Mínimo:	48	52	59	57	57
Percentil 85:	86	80	97	93	89
Límite Existente:	60	70	70	90	40
%Exceden:	92%	45%	89%	21%	100%

Además de las disposiciones legales que rigen el establecimiento de los límites de velocidad máxima según la Ley No.7331, se deben considerar algunos factores técnicos para determinar el valor apropiado del límite de velocidad, mediante un estudio de ingeniería de tránsito⁹, que en general incluyen:

1. Las características de la superficie de ruedo, condición del espaldón, pendiente, alineamiento horizontal, distancia de visibilidad de parada y coeficiente de fricción del pavimento para superficie húmeda.
2. El valor de la velocidad del percentil 85 y la velocidad máxima segura en autopista y vías rápidas.
3. Los usos del suelo y el tipo de desarrollo urbano a ambos lados de la carretera.
4. Velocidad de diseño segura en curvas horizontales con el pavimento mojado o la existencia de sitios peligrosos, en especial por visibilidad restringida, incluyendo iluminación o el efecto del clima.
5. Actividad peatonal y frecuencia de maniobras de estacionamiento.
6. Experiencia registrada de accidentes de tránsito reportados en los últimos doce meses.

También se identificó la necesidad de instalar señales de prevención que adviertan de la proximidad de intersecciones y rampas de convergencia o divergencia de los intercambios próximos en la carretera, ya que en términos generales no existe este tipo de señales a todo lo largo de la carretera.

⁹ Tomado de la sección 2.2.5.1 del “Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito”, SIECA-2000.

c) Consecuencias

Las deficiencias encontradas en el señalamiento vertical a lo largo de toda la carretera, así como falta de validez y rigurosidad técnica de los límites de velocidad exigidos a los conductores limitan la tarea de conducción en la carretera.

Algunos de los efectos producidos por las deficiencias que posee el señalamiento vertical de la carretera son: visibilidad reducida o nula de la señal, no se logra transmitir el mensaje que contiene el dispositivo (provocando problemas de seguridad e ineficiencia en el sistema), inseguridad de conducción por la presencia de intersecciones inesperadas (sobretudo para conductores no familiarizados con la carretera) y fuertes discrepancias entre la velocidad de operación real de los vehículos y los límites de velocidad especificados.

La inconsistencia detectada entre el límite de velocidad máxima establecido a lo largo de la carretera y la velocidad de operación segura que los usuarios perciben, es evidencia de que los usuarios no respetan la regulaciones de velocidad porque las encuentran inoperantes. Esta situación es poco deseable debido a que genera un irrespeto al sistema de señalamiento y control.

d) Recomendaciones

- Identificar y localizar todas las señales deterioradas existentes en la carretera y reparar los daños encontrados (sustituir las señales y tableros necesarios).
- Implementar un plan de prevención y mitigación contra el vandalismo hacia las señales de tránsito.
- Modificar el arreglo de los tableros de señales de información de destinos, de tal manera que cada señal posea únicamente dos destinos en lugar de cuatro.
- Realizar un estudio de ingeniería para definir el control de velocidades a lo largo de la carretera e instalar el señalamiento vertical y horizontal adecuado.
- Instalar señalamiento vertical preventivo para indicar la proximidad de intersecciones y rampas de intercambio.
- Corregir los problemas de instalación identificados en la ubicación de las señales de información y prevención de la Fotografía 9C.

5.5 Publicidad en la Vía

a) Aspectos de Seguridad

La tarea de conducir puede ser compleja y demandante, puede requerir el ejecutar varias actividades individuales simultáneamente, lo cual requiere tener a la mano información uniforme, eficiente e integrada.

El señalamiento horizontal, las señales verticales y otros dispositivos oficiales de control del tránsito, son los medios especialmente diseñados para proveer a los conductores de la información que requieren para transitar de forma segura y eficiente.

La presencia de rótulos y otros dispositivos de publicidad dentro del derecho de vía o dentro del área visual de los conductores produce varios efectos negativos sobre el sistema vial, desde la contaminación visual y escénica, hasta producir la pérdida de efectividad de los dispositivos oficiales de control vehicular.



b) Hallazgos de la Auditoría

En términos generales se encontró que en la carretera existe poca presencia de publicidad en la vía, aunque se identificaron algunos casos aislados, tales como los rótulos publicitarios colocados por el Compañía Nacional de Fuerza y Luz en los postes de iluminación de la carretera (Ver Fotografía 10) y, la presencia de señales verticales dentro del derecho de vía que anuncian el centro comercial “PASOCA” (Ver Fotografía 11).

Fotografía 10

Rótulos publicitarios del CNFL



Además, en la intersección de Hacienda Vieja en Curridabat, la Compañía Nacional de Fuerza y Luz colocó un rótulo luminoso, que publicita la reciente instalación de los postes de iluminación a lo largo de la carretera.

Fotografía 11

Señal publicitaria dentro del derecho de vía

c) Consecuencias

En todos los casos citados en la sección anterior, los rótulos y publicidad encontrados en la carretera invaden el derecho de vía, lo cual va en contra de lo establecido en el “Reglamento de los derechos de vía y publicidad exterior”¹⁰, pudiendo provocar una pérdida de la efectividad del señalamiento oficial, además de invadir ilegalmente el derecho de vía, e incumpliendo la prohibición que al respecto se establece en el reglamento citado.

La señal luminosa instalada por el Compañía Nacional de Fuerza y Luz en la intersección de Hacienda Vieja en Curridabat produce una reducción considerable de la seguridad vial en la vía durante la noche, ya que debido a su luminosidad y variedad de colores sobrecargan la visual, encandila y distrae a los conductores, precisamente en el entronque de una vía de alta velocidad con las vías locales de una zona urbana.

d) Recomendaciones

- Eliminar los rótulos colocados por la Compañía Nacional de Fuerza y Luz en los postes de iluminación a lo largo de la carretera.

¹⁰ Decreto N° 29253-MOPT.

- Remover las señales de publicidad ilegal existentes dentro del derecho vía y aquellas que invadan el señalamiento oficial, incluyendo las de anuncios publicitarios y cualquier otra que se encuentre a lo largo de la carretera.
- Realizar una revisión detallada de todas las vallas publicitarias y rótulos publicitarios existentes a lo largo de la carretera para verificar el cumplimiento de las normas establecidas en el reglamento respectivo y, remover aquellas que incumplan con dichas normas.
- Remover el rótulo luminoso colocado por la Compañía Nacional de Fuerza y Luz en la intersección de Hacienda Vieja de Curridabat.

5.6 Presencia de Obstáculos y otros Peligros Laterales

a) Aspectos de Seguridad

Las carreteras rurales e interurbanas deben poseer una zona completamente despejada y de ancho suficiente a ambos lados de la calzada. Para que esta zona despejada posea un ancho suficiente y sea segura, deben existir espaldones anchos, las cunetas y los taludes laterales deben tener una pendiente “suave” y además, no debe existir ningún obstáculo peligroso en esa zona.



Algunos elementos que limitan la zona despejada de la carretera son: taludes inadecuados, drenajes profundos y con pendientes elevadas, árboles, puentes y otras obras de arte de la carretera, postes de servicios públicos, soportes de señales verticales, paradas de buses con mal diseño, y otros obstáculos.

A



B

Fotografía 12

Postes de iluminación con base rígida al margen de la carretera

b) Hallazgos de la Auditoría

Uno de los principales elementos que atentan en contra de la seguridad vial encontrados a lo largo de la carretera es la presencia de obstáculos y peligros laterales, algunos de los cuales ya han sido parte de las circunstancias de incidentes de tránsito en esta carretera.

Por ejemplo, recientemente la Compañía Nacional de Fuerza y Luz instaló postes de iluminación a lo largo de toda la carretera, mejorando notablemente la visibilidad nocturna en la vía. Sin

embargo, los postes no se instalaron con bases flexibles, rompibles o quebradizas, sino con una base rígida conformada por un cajón de hormigón. Las bases de los postes de iluminación representan un grave peligro de colisión, dada su ubicación y condición de rigidez (Ver Fotografía 12 A y B).

Otros obstáculos laterales que se encuentra a lo largo de la vía son:

- Bases y columnas de puentes vehiculares y peatonales (Ver Fotografías 13 y 14)
- Árboles dentro del derecho de vía (Ver Fotografía 15)
- Paradas de buses sin bahía de diseño adecuado, ubicadas al margen del carril derecho de la autopista (Ver Fotografía 16)
- Cunetas y taludes profundos sin protección (Ver Fotografía 17)



Fotografía 13
Columnas de puente vehicular



Fotografía 14
Columnas de puente peatonal

- Curvas peligrosas sin protección o con sistemas de contención deteriorados (Ver Fotografías 18 y 19)
- Sistemas de protección de longitud insuficiente o con elementos de borde de diseño inadecuado (Ver Fotografía 20)



Fotografía 15
Árboles dentro del derecho de Vía



Fotografía 16
Parada de autobuses al margen de la vía



Fotografía 18
Sistema de contención
deteriorado en curva peligrosa



Fotografía 17
Cuneta profunda sin protección



Fotografía 19
Sistema de contención deteriorado en curva peligrosa



Fotografía 20
Sistema de contención de longitud insuficiente

c) Consecuencias

Como ya se mencionó, las bases de los postes de iluminación colocados a lo largo de la carretera representan un grave peligro de colisión, dada su ubicación, condición de rigidez y ausencia de protección y señalamiento. Este peligro es ocasionado también por los demás obstáculos laterales encontrados en la carretera.

Algunos otros elementos laterales representan un peligro de vuelco por pérdida de control o salida de la vía, tales como los sistemas de drenaje y taludes pronunciados al margen de la carretera sin protección o con sistemas de protección en mal estado, como los localizados en la serie de curvas peligrosas ubicadas al final de la carretera en las cercanías de "Taras".

En el caso de las paradas de buses el riesgo de colisión involucra además de los vehículos de la carretera a las personas que son usuarios del sistema de transporte público y que se encuentran en dichas paradas (Ver también Sección 5.7).

d) Recomendaciones

- Diseñar e instalar un sistema de protección y prevención ante eventuales colisiones en las bases de los postes del alumbrado de la vía.
- Cortar o proteger con un sistema de amortiguamiento apropiado los árboles existentes dentro del derecho de vía, según se determine conveniente en cada caso.
- Demarcar con pintura o algún otro tipo de material retroreflectivo las columnas y bases de los puentes vehiculares y peatonales, así como de las paradas de buses existentes a lo largo de la carretera.
- Analizar la posibilidad de reubicar las paradas de buses existentes, procurando alejarlas de la calzada todo lo posible.
- Reparar los sistemas de contención deteriorados existentes en las curvas peligrosas que se ubican en las cercanías de "Taras".
- Realizar un estudio de ingeniería detallado para identificar todas aquellas curvas y segmentos de carretera (con presencia de obstáculos laterales y zanjas profundas al margen de la vía) que requieren de algún sistema de contención. Mediante este estudio detallado se debe

determinar también cual de los sistemas de contención existentes es el más adecuado en cada caso.

5.7 Facilidades Peatonales y para Ciclistas

a) Aspectos de Seguridad

Todas las carreteras inducen parte del desarrollo y cambio del uso del suelo a lo largo del margen de las mismas, generando usos del suelo con propósitos comerciales, residenciales e industriales, entre otros.

Dado este desarrollo del uso del suelo, se generan flujos peatonales de diversa magnitud y determinada ubicación, de acuerdo con el tipo y magnitud del desarrollo en las zonas aledañas a la carretera. En algunas ocasiones también se generan flujos considerables de ciclistas.

Debido a que las carreteras representan una barrera física potencialmente peligrosa para el flujo peatonal que desea trasladarse desde un lado al otro de la carretera, debe existir un sistema de facilidades peatonales y para ciclistas adecuado, de tal forma que estos usuarios puedan transitar de forma segura.

El sistema de facilidades peatonales y de ciclistas debe ser planificado y diseñado de manera que cumpla sus funciones de forma eficiente y efectiva, para lo cual debe tomarse en consideración las características funcionales del peatón.

Algunas de las principales características funcionales del peatón son su gran movilidad y la tendencia a recorrer las distancias más cortas entre los puntos de origen y destino. Es reacio a desviar su ruta hacia cruces establecidos, a esperar en las veredas y a usar pasos peatonales a desnivel.



Fotografía 21

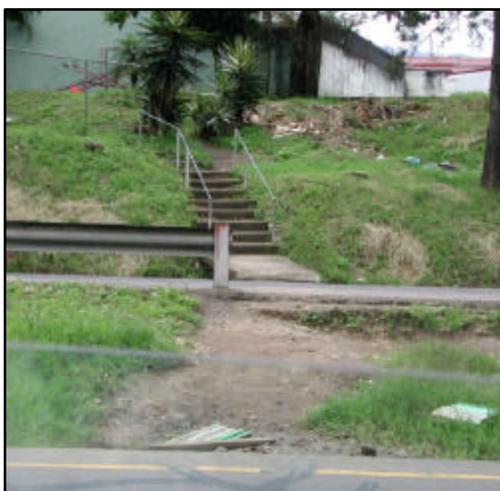
Paso de peatones sin protección
a través de la carretera

b) Hallazgos de la Auditoría

Se determinó que la carretera no posee un sistema de facilidades peatonales ni de ciclistas adecuado. Las principales deficiencias observadas son: inexistencia de pasos peatonales en algunos puntos de alto flujo peatonal, veredas y pasos peatonales con diseños inadecuados, paradas de buses con diseño inadecuado (sin bahía de buses, casetas de espera para peatones ubicadas muy cercanas al margen de la carretera), falta de veredas para ciclistas.

A lo largo de este tramo de carretera se observan frecuentes veredas peatonales improvisadas, las cuales son rutas utilizadas por las personas para atravesar la autopista, tal y como se muestra en la Fotografía 21.

En el tramo de carretera ubicado en Hacienda Vieja de Curridabat existen centros educativos y urbanizaciones, por lo cual se produce un alto flujo peatonal que atraviesa la vía, pero no existe ningún tipo de facilidad peatonal para atravesar la carretera. En las cercanías del intercambio de “La Galera” existe un punto utilizado como vereda peatonal que no cuenta con protección (Ver Fotografía 22 A y B) y, que es sumamente peligroso debido a que se encuentra localizado en un tramo de alta velocidad y en curva. Este punto de alto flujo peatonal es utilizado como vía de paso de escolares, debido a la presencia cercana de una escuela, poniendo así en peligro la vida de los niños de esa institución además del resto de peatones que transitan por ese sitio.



A



B

Fotografía 22

Vereda peatonal sin protección, Hacienda Vieja

En el caso del Tramo de Lomas de Ayarco-Tres Ríos, existen dos puentes peatonales (uno ubicado en el acceso a San Diego y otro construido recientemente en las cercanías del peaje de Tres Ríos), sin embargo, resultan insuficientes dado el alto volumen peatonal en las cercanías del centro comercial "PASOCA" y otros segmentos de ese tramo de carretera, además de que muchos peatones se niegan a utilizar los puentes peatonales existentes, a pesar de que existen vallas peatonales colocadas en la isla central divisoria de la autopista.

Con respecto a las vallas peatonales, es importante recalcar que la experiencia indica que su colocación en la línea de centro de la carretera, tal y como en el caso de la autopista Florencio del Castillo, resulta inefectiva, ya que a pesar de su existencia muchos peatones continúan atravesando la carretera a nivel en lugar de utilizar el paso elevado.

Para que las vallas peatonales cumplan su función, deben ser colocadas al margen de la carretera, donde se ha demostrado que resultan efectivas. En el caso de la carretera Florencio del Castillo, deben colocarse vallas peatonales en ambos márgenes de la carretera, en aquellos sitios donde existen puentes peatonales.

Las paradas de autobús localizadas a lo largo de la carretera son elementos que deben ser considerados de manera integral en el diseño del sistema de facilidades peatonales. Se determinó que a pesar de existir derecho de vía suficiente para la construcción de bahías adecuadas, las paradas de buses a lo largo de la carretera no cuentan con bahía, de tal forma que los autobuses paran sobre el espaldón muy cerca del carril derecho, o directamente sobre el carril derecho de la autopista.



La Autopista Florencio del Castillo es muy utilizada como vía de bicicletas. Los ciclistas transitan a lo largo del espaldón (Ver Fotografía 23) debido a que en esa carretera no existe una vereda de bicicletas especialmente diseñada para tal fin.

Fotografía 23

Ciclistas en la vía sin protección

c) Consecuencias

Las condiciones inapropiadas que se observaron en el sistema de facilidades peatonales y de ciclistas de la carretera hacen que las probabilidades de ocurrencia de atropello de peatones y ciclistas sean altas. Esta situación ya ha sido experimentada en esta carretera, dejando como resultado varias víctimas muertas en accidentes de esta naturaleza.

Esta situación de peligro es muy alta en los puntos observados de alto flujo peatonal y de ciclistas que atraviesan la autopista, tales como el tramo de carretera localizado entre Lomas de Ayarco y Tres Ríos, así como en el tramo de Hacienda Vieja de Curridabat.

La colocación de vallas peatonales en la isla central divisoria de la carretera hace que resulte inefectiva la utilización de este elemento de seguridad, debido a que es usual que muchos peatones burlen las vallas y continúen atravesando la vía a nivel de la carretera en lugar de utilizar los pasos peatonales elevados.

Por otra parte, el diseño y ubicación inadecuada de las paradas de buses a lo largo de la carretera atenta contra la seguridad de las personas que las utilizan.

d) Recomendaciones

- Realizar un estudio detallado de flujos peatonales y de ciclistas a lo largo de la carretera, especialmente en el tramo Lomas de Ayarco-Tres Ríos, para identificar aquellos puntos de mayor flujo peatonal y de bicicletas a través de la carretera y establecer la necesidad y conveniencia de construir pasos peatonales y veredas de bicicletas.
- Remover las mallas para contención de peatones colocadas longitudinalmente a la carretera en la isla central divisoria, e instalar nuevas vallas peatonales a ambos márgenes de la carretera en las cercanías de los puentes peatonales.
- Hacer un estudio técnico para definir la ubicación de pasos peatonales, como por ejemplo en el punto ubicado en las cercanías del intercambio de “La Galera” que es utilizado actualmente como vereda peatonal (Ver Fotografía 22).
- Analizar la posibilidad de reubicar las paradas de buses existentes, procurando alejarlas de la calzada todo lo posible, así como construir bahías de buses con un diseño adecuado.

5.8 Desarrollo de Propiedades Laterales y Accesos Ilegales

a) Aspectos de Seguridad

Todas las carreteras cumplen dos funciones fundamentales: servir como canal a través del cual se movilizan los vehículos que transportan cargas y pasajeros (movilidad) y dar acceso hacia y desde las propiedades laterales (accesibilidad).

Las vías arteriales o autopistas como la carretera Florencio del Castillo, generalmente prestan un servicio directo entre ciudades y grandes poblados, los cuales generan y atraen el mayor porcentaje de viajes de mediana y larga distancia.

La función principal del sistema de autopistas es movilizar grandes volúmenes de tránsito, de manera eficiente y segura. Para lograr este propósito, estas carreteras poseen altos estándares de diseño para permitir el desarrollo de altas velocidades y poseen altas capacidades.

Por lo general son autopistas o carreteras divididas y además el acceso a las propiedades laterales es completamente restringido, lo que significa que únicamente se tiene acceso a través de las intersecciones con las carreteras locales y las vías marginales.

La construcción de intersecciones y la dotación de accesos con bajos estándares de diseño hacia las vías arteriales reduce considerablemente la eficiencia operativa y la seguridad de este tipo de carreteras.



Fotografía 24

Desarrollo residencial al margen de la carretera dentro del derecho de vía

b) Hallazgos de la Auditoría

Se determinó que la carretera Florencio del Castillo presenta múltiples accesos ilegales directos desde las propiedades laterales, así como un desarrollo industrial, comercial y residencial al margen de la vía y con acceso directo en varios segmentos de la misma.

Tal y como se muestra en la Fotografía 24, en los segmentos 7 y 8 de la carretera (entre la industria Kativo y Tres Ríos) se ha dado un desarrollo residencial a la orilla de la carretera de las propiedades laterales, con acceso directo desde la carretera hacia las viviendas construidas a lado de la vía.

En estos casos el desarrollo residencial no sólo invade el derecho de vía de la carretera, sino que además las cocheras de algunas viviendas conectan directo con el espaldón. De acuerdo con los planos de diseño de la carretera, los cuales fueron consultados en el Departamento de Diseño de Vías del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, la carretera posee una previsión vial de 25 metros a cada lado, medidos a partir de la línea de centro.

En las secciones 9 y 10 de la carretera (entre Ochomogo y Taras) se ha dado un desarrollo industrial y comercial de las propiedades laterales (Ver Fotografía 25). Todas las propiedades en este segmento de la carretera poseen acceso directo hacia la carretera, y la mayoría de esos accesos no poseen un diseño geométrico adecuado (Ver Fotografías 26).



Fotografía 25
Desarrollo industrial y comercial
al margen de la carretera

Por otra parte, en los segmentos de carretera 3 y 4 (entre Lomas de Ayarco y San Diego) existen varios accesos ilegales a la carretera, los cuales dan paso desde y hacia vías marginales y calles locales ubicadas al margen de la vía (Ver Fotografías 27 A y B).



Fotografía 26

Acceso de diseño inadecuado a desarrollo industrial y comercial al margen de la carretera

c) Consecuencias

El desarrollo de propiedades laterales con acceso directo a la carretera Florencio del Castillo (viviendas, centros comerciales, fábricas, fincas, etc.), así como el resto de accesos ilegales existentes a lo largo de toda la carretera, repercute de dos formas sobre la operación de la vía: en primer lugar, representan un grave peligro desde el punto de vista de la seguridad de la carretera, sobre todo al considerar que

esta carretera es una autopista con alta velocidad de operación y, en segundo lugar generan pérdidas de eficiencia (se reduce la capacidad de la vía) debido a la distorsión operativa que ocasionan sobre el tránsito de la carretera los vehículos que ingresan y salen de los accesos ilegales, debido principalmente al efecto sobre la velocidad de operación.

d) Recomendaciones

- Realizar un inventario detallado de las propiedades residenciales, comerciales e industriales que se han desarrollado al margen de la carretera Florencio del Castillo en el tramo Tres Ríos-Taras.
- Hacer un estudio completo de la situación que presentan las propiedades inventariadas según la recomendación anterior para encontrar e implementar la solución más adecuada desde el punto de vista técnico, económico, legal y social, al problema de desarrollo y acceso de dichas propiedades. Debe tenerse en cuenta que las soluciones deben considerar la posibilidad de expropiaciones de terreno, reubicación de viviendas y otras instalaciones, construcción de vías marginales y accesos con diseño adecuado, entre otras.
- Identificar, ubicar y cerrar todos los accesos ilegales existentes a lo largo de la carretera, especialmente los localizados en el tramo Curridabat-

intercambio Tres Ríos (definido como carretera de acceso restringido en el reglamento correspondiente). En el caso de los accesos ilegales localizados en el tramo Tres Ríos-Taras (definido como carretera de acceso restringido en el reglamento correspondiente), debe valorarse cuidadosamente su situación y determinar la solución más recomendable, según lo recomendado en los puntos anteriores.

- Aplicar de manera estricta las normas estipuladas en el “Reglamento de Carreteras de Acceso Restringido y Semirestringido” de nuestro país, con el propósito de detener el actual proceso de desarrollo de propiedades laterales con acceso directo a la carretera.



A

Fotografía 27

Accesos ilegales a la carretera



B

5.9 Intersecciones

5.9.1 Aspectos de Seguridad

Una intersección es una parte muy importante de una carretera, porque en gran medida la eficiencia, seguridad, velocidad, costos de operación y capacidad dependen de su diseño.

El objetivo principal del diseño de una intersección es reducir la severidad de los potenciales conflictos entre los vehículos, buses, camiones, ciclistas y peatones. El diseño debe acercarse lo más posible a la transición normal de las maniobras y las características de los diferentes tipos de usuario.

El alineamiento y pendiente de los accesos en una intersección debe permitir a los usuarios discernir y realizar fácilmente las maniobras necesarias para pasar a través de la intersección con un mínimo de interferencia. Con este fin el alineamiento debe ser tan recto y las pendientes tan planas como sea posible.

En el caso de las intersecciones a nivel, por seguridad y economía, los accesos deben intersecar en ángulo recto (o lo más cercano posible a 90°). Los accesos que intersecan en ángulo agudo requieren de extensas áreas para maniobras y tienden a limitar la visibilidad, particularmente a los conductores de camiones, además de que incrementan el tiempo de exposición de los vehículos que cruzan el flujo principal, aumentando la probabilidad de ocurrencia de accidentes. Por otra parte, cuando un camión gira en ángulo obtuso, el conductor tiene áreas ciegas a la derecha del vehículo.

Debido a que las intersecciones son sitios donde se experimenta el entrecruzamiento de flujos vehiculares que realizan diferentes maniobras, el señalamiento y la demarcación vial, así como el uso de otros dispositivos de control vehicular, es de suma importancia. Las deficiencias que existan en estos dispositivos reduce considerablemente la seguridad vial en las intersecciones

La forma más eficiente, segura y de mayor capacidad para acomodar altos volúmenes de tránsito a través de intersecciones se logra cuando los carriles de los mayores flujos de tránsito directo se separan en distinto nivel. A este tipo de intersecciones se le conoce con el nombre de intercambio y, por lo general es utilizado en autopistas y carreteras de alto flujo vehicular.

El ingreso y salida del flujo vehicular a través de un intercambio se realiza mediante rampas que conectan las calles ubicadas a distinto nivel. Las rampas de los intercambios no producen efecto severo sobre el flujo directo de la vía principal excepto cuando su capacidad no es adecuada, los carriles de aceleración y desaceleración no poseen una longitud adecuada, o cuando no existe un conjunto complementario de vías aledañas que permitan maniobras de giro.

Las velocidades de operación de los flujos vehiculares directos en una autopista por lo general son altas, mientras que los vehículos que realizan

maniobras de salida e ingreso a la autopista transitan a velocidades relativamente bajas en comparación con el flujo principal de la autopista.

Esta diferencia en la velocidad de operación de los vehículos es potencialmente peligrosa, por lo cual es necesario dotar a la autopista de carriles auxiliares de aceleración y desaceleración en las zonas de intercambio, de tal manera que los usuarios puedan hacer los cambios de velocidad necesarios para realizar las maniobras de ingreso y salida de forma segura, en un carril separado de los carriles principales de la autopista.

Un carril de aceleración permite que los usuarios que provienen del intercambio a baja velocidad aceleren hasta alcanzar una velocidad cercana a la velocidad del flujo vehicular de la autopista, de tal forma que pueda ingresar a la corriente principal con una maniobra similar a la de cambio de carril, en lugar de detenerse como en una intersección con "ALTO" o "CEDA", donde tendría que ingresar a la corriente principal partiendo desde una velocidad cero cuando el flujo vehicular de la autopista viaja a alta velocidad.

Los carriles de desaceleración permiten que los usuarios se separen de la corriente principal de una autopista y disminuyan paulatinamente su velocidad, de tal forma que al llegar a la zona de intersección con la calle secundaria viajen a una baja velocidad, sin interferir en la continuidad y velocidad de operación del flujo vehicular de la autopista.

Así, los carriles de aceleración y desaceleración tienen un impacto positivo en la capacidad y seguridad de las maniobras de ingreso y salida de los intercambios de una autopista. Por lo tanto, la carencia de estos carriles auxiliares en las rampas de un intercambio no sólo reducen la capacidad de las maniobras, sino que reducen de manera considerable la seguridad vial de las mismas.

5.9.2 Intersección Hacienda Vieja

Esta intersección se localiza al inicio de la carretera Florencio del Castillo en Hacienda Vieja de Curridabat. Es una intersección a nivel en forma de "T" en la cual los accesos de la vía principal provienen de Curridabat Centro y de la vía que lleva a Tirrases, en tanto que la vía secundaria corresponde al acceso desde la Carretera Florencio del Castillo (Ver Figura 4).

La maniobra de giro a la izquierda desde el acceso secundario está regulada mediante una señal de “ALTO”, mientras que las maniobras de giro a la derecha desde ese mismo acceso y desde el acceso “Tirrases” están reguladas mediante una señal de “CEDA” el paso.

La vía secundaria posee un carril en cada sentido de circulación. Existe un carril exclusivo para el giro a la izquierda y otro carril exclusivo para el giro a la derecha desde la vía secundaria. El movimiento directo y el giro a la izquierda desde el acceso “Curridabat” comparten el mismo carril.

a) Hallazgos de la Auditoría

Se determinó que esta intersección no posee suficiente capacidad para servir los flujos vehiculares que la utilizan, al menos durante los periodos pico, de tal forma que presenta graves problemas de congestión tanto en la vía secundaria como en la vía principal.

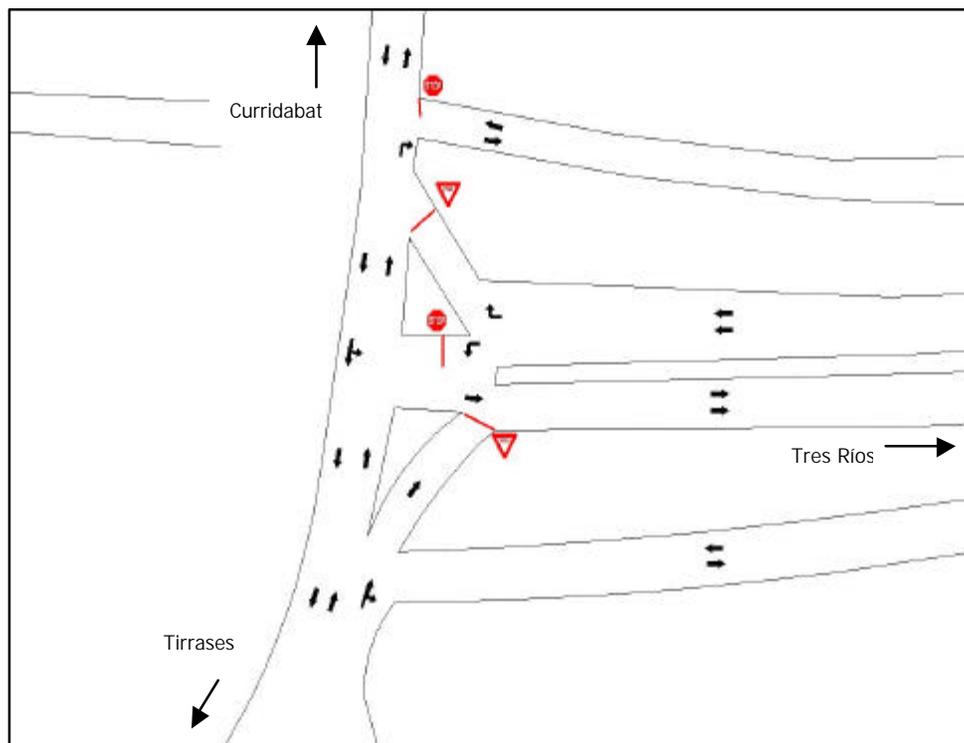


Figura 4
Intersección hacienda vieja

En el acceso secundario se forman colas de aproximadamente 1 kilómetro o más. Ante la congestión que experimenta la vía secundaria (acceso desde la Autopista Florencio del Castillo), en lugar de hacer la fila para girar a la izquierda en la intersección hacia Tirrasés, algunos usuarios optan por atravesar ilegalmente la isla medianera de la carretera Florencio del Castillo,



A



B

Fotografía 28

Vehículo atravesando la autopista y la vía marginal para evitar la congestión de la Intersección Hacienda Vieja

cruzar los carriles que van en sentido contrario de circulación y atravesar la zona verde que separa la carretera de la calle marginal, para luego incorporarse a su ruta desde la vía marginal (Ver Fotografía 28 A y B).

Como ya se mencionó en la sección 5.5, existe un anuncio luminoso que colocó la Compañía Nacional de Fuerza y Luz en la Intersección Hacienda Vieja, el cual representa un elemento de alta distracción para los conductores.

Por otra parte, la intersección no cuenta con señalamiento informativo de destinos.

Otro elemento que se observó en esta intersección es la venta callejera de periódicos. Un vendedor de periódico ha instalado su puesto de venta sobre la isla medianera ya cercano a la intersección, así, el vendedor se moviliza a pie entre los vehículos aprovechando la congestión y las colas de avance lento que se forman.

b) Consecuencias

La operación inadecuada y la falta de capacidad que presenta la intersección Hacienda Vieja hace que los usuarios se impacienten ante las largas colas y excesivas demoras que experimentan, de manera que algunos de ellos optan por realizar maniobras de alto riesgo con el propósito de aligerar su paso, tal y como se explicó anteriormente.

Por su parte, la señal luminosa instalada por la Compañía Nacional de Fuerza y Luz en esta intersección produce durante horas de la noche una reducción considerable de la seguridad vial en la vía, debido a que su luminosidad produce un efecto de encandilamiento y alta distracción hacia los conductores.

La falta de señalamiento informativo de destinos dificulta la conducción a los usuarios, principalmente a aquellos que no son usuarios frecuentes de la intersección. Esta situación puede ocasionar ineficiencias operativas en el sistema y ser causa indirecta de accidentes de tránsito.

La situación de venta callejera de periódicos que existe en esta intersección atenta contra la seguridad del mismo vendedor de periódico, así como contra la seguridad de los conductores debido a la distracción e interferencia que esto ocasiona. Sin embargo, debido a la congestión actual que experimenta la intersección el riesgo es leve.

c) Recomendaciones

- Realizar un estudio funcional de la intersección Hacienda Vieja y determinar las mejoras geométricas y operativas que se requieren realizar con el propósito de incrementar su capacidad y garantizar una operación adecuada, de tal forma que se elimine o mitigue considerablemente la congestión que presenta actualmente.
- Instalar algún sistema de barrera física (del tipo “flex beam”, por ejemplo) en la isla medianera de la carretera Florencio del Castillo, en el tramo La Galera – Hacienda Vieja, con el propósito de evitar que los usuarios atraviesen la isla divisoria para evitar la congestión que se produce en la Intersección Hacienda Vieja.

- Remover el rótulo luminoso instalado por la Compañía Nacional de Fuerza y Luz en la Intersección Hacienda Vieja de Curridabat (tal y como se recomienda también en la sección 5.5).
- Colocar señalamiento informativo de destinos en los tres accesos de la intersección, de acuerdo con lo establecido en el “Manual Centroamericano de Dispositivos Uniforme para el Control del Tránsito”, SIECA, 2000.
- Eliminar el puesto de venta callejera de periódico existente sobre el acceso secundario de la Intersección Hacienda Vieja y supervisar regularmente que no haya ventas callejeras en la vía, tal y como faculta el artículo 117 de la Ley No.7331.

5.9.3 Intercambio Lomas de Ayarco

Ubicado aproximadamente a unos dos kilómetros de la intersección Hacienda Vieja se localiza el intercambio “Lomas de Ayarco”. Esta intersección a desnivel conecta la carretera Florencio del Castillo con la Ruta 251 (Carretera Vieja a Tres Ríos) y, con la vía marginal existente en el margen sur de este tramo de la autopista (Ver Figura 5).

Este es un intercambio de tres brazos con rampas de giro a la derecha desde los tres brazos. Las maniobras de giro a la izquierda se realizan mediante intersecciones en el nivel superior del intercambio regulas mediante señales de “ALTO” y “CEDA”.

a) Hallazgos de la Auditoría

Con base en la visita de auditoría técnica realizada a esta intersección se determinó que:

Las rampas de acceso a la Autopista Florencio del Castillo, Lomas de Ayarco Norte -San José y Lomas de Ayarco Sur – Cartago no poseen carril de aceleración. Sin embargo, se observó que existe derecho de vía suficiente para la construcción de carriles de aceleración en esas rampas.

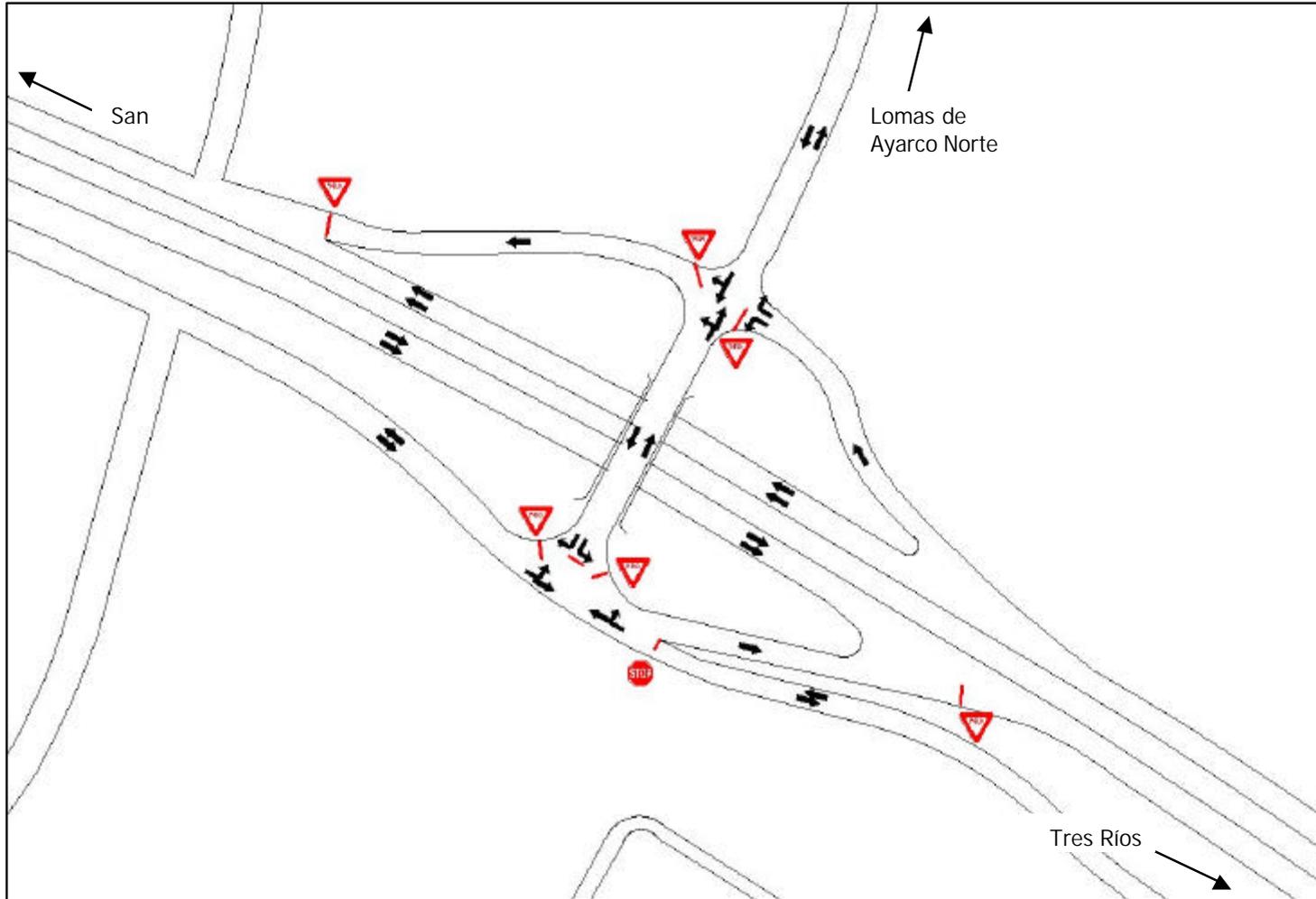


Figura 5
Intersección Lomas de Ayarco



Tal y como se observa en la Fotografía 29, la intersección de las maniobras de giro en el extremo sur del intercambio no posee demarcación horizontal ni señalamiento vertical que defina las prioridades de paso (Ver Fotografía 29).

Fotografía 29

Demarcación horizontal y Señalamiento Vial Inexistentes, intercambio Lomas de Ayarco, Sector Sur

También es inexistente el señalamiento vertical de información de destinos en este sector del intercambio.

En el extremo norte del intercambio sí existe demarcación horizontal en la zona de intersección. Sin embargo, no hay señalamiento vertical de reglamentación de prioridad de paso: no existen señales verticales de “CEDA” para regular las maniobras en la intersección. También hay ausencia de señalamiento informativo de destinos en el acceso de la rampa proveniente de la carretera Florencio del Castillo.



Fotografía 30

Rótulos erróneos de señal informativa de destinos intercambio Lomas de Ayarco, Sector Norte

En el caso del acceso proveniente de Lomas de

Ayarco Sur sí existe señalamiento informativo de destinos, sin embargo, el diseño del tablero de posee errores en las flechas de dirección, tal y como se muestra en la Fotografía 30 (los destinos Curridabat, San Pedro y San José deben indicarse con una flecha hacia la izquierda en lugar de una flecha de movimiento directo).

c) Consecuencias

Las rampas de acceso y salida de un intercambio en una autopista deben contar con carriles de aceleración y desaceleración, con una longitud suficiente que permitan realizar las maniobras correspondientes de una manera eficiente y segura. Como se mencionó al inicio de esta sección, la carencia de estos carriles auxiliares en las rampas de un intercambio no sólo reducen la capacidad de las maniobras, sino que reducen de manera considerable la seguridad vial de las mismas.

La falta de demarcación horizontal y señalamiento vertical en la zona de intersección sur del puente de “Lomas de Ayarco” incrementa considerablemente la probabilidad de ocurrencia de accidentes de tránsito en esa intersección, debido a que no están definidas las maniobras permitidas, las líneas de parada ni las prioridades de paso.

Las deficiencias encontradas en el señalamiento informativo de destinos y el error encontrado en el tablero de la señal de destinos dificulta la conducción a los usuarios, principalmente a aquellos que no son usuarios frecuentes de la intersección. Esta situación puede ocasionar ineficiencias operativas en el sistema y ser causa indirecta de accidentes de tránsito.

c) Recomendaciones

- Realizar los estudios y obras necesarios para dotar de carriles de aceleración y desaceleración a las rampas del Intercambio Lomas de Ayarco.
- Demarcar adecuadamente las zonas de intersección de este intercambio.
- Corregir las deficiencias identificadas en el señalamiento vertical de esta intersección.

5.9.4 Intersección San Diego

Esta intersección está localizada aproximadamente un kilómetro antes de la estación de peaje de Tres Ríos, en el sentido San José – Cartago. La intersección San Diego está conformada por una conexión directa a la Autopista Florencio del Castillo, que permite las maniobras de giro derecho en los sentidos San José – San Diego y San Diego – Cartago (Ver Figura 6).

La maniobra de salida desde la autopista, o movimiento San José – San Diego, posee un carril de desaceleración y, está regulada mediante una señal de “ALTO” en el entronque con la calle marginal. Por su parte, la maniobra de ingreso a la autopista (movimiento San Diego – Cartago) posee un carril corto de aceleración y está regulada mediante una señal de “CEDA”.

a) Hallazgos de la Auditoría

Con base en la visita de auditoría se determinó que la intersección San Diego no posee condiciones geométricas adecuadas para garantizar la seguridad vial. Posee radios de giro muy cortos que incluso resultan insuficientes para los vehículos de carga, tal como se muestra en la Fotografía 31 A y B. El carril de aceleración provisto para la maniobra de ingreso a la Autopista (movimiento San Diego – Cartago) es sumamente corto.



A

Fotografía 31
Radios de giro cortos
intersección San Diego



B

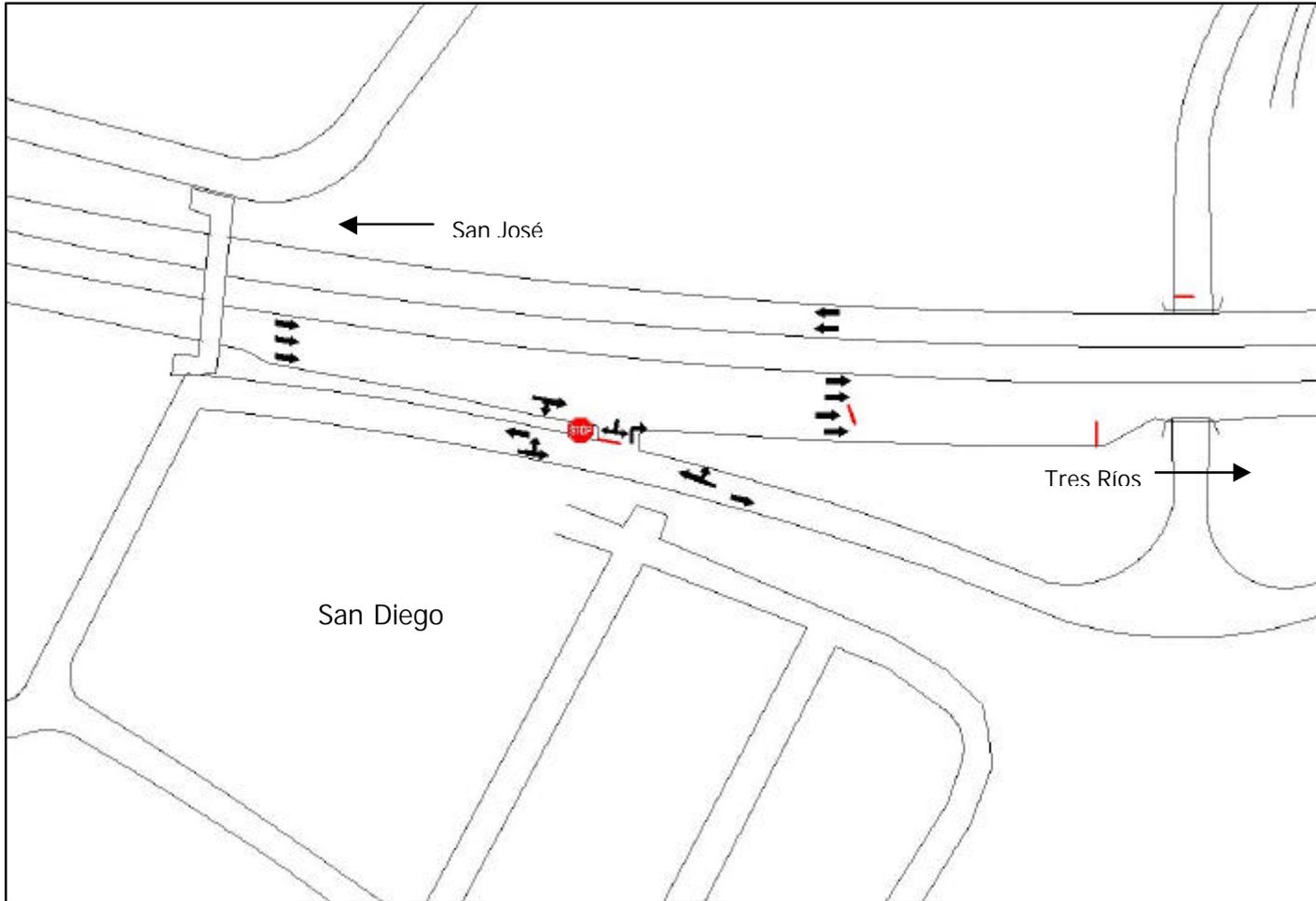


Figura 6
Intersección San Diego

Por otra parte, hay poca visibilidad para las maniobras de giro desde la Autopista hacia la vía marginal y no existe la señal vertical de “ALTO” para regular esa maniobra. Además, existe la presencia de rótulos publicitarios dentro del derecho de vía, exactamente frente al acceso proveniente de la Autopista, tal y como se muestra en la Fotografía 32 A y B.



A



B

Fotografía 32

Cruce con poca visibilidad
intersección San Diego

El carril auxiliar de desaceleración para la maniobra San José – San Diego, debería estar demarcado exclusivamente para esa maniobra de giro derecho, sin embargo, de acuerdo con la demarcación existente ese carril también puede utilizarse para continuar directo sobre la autopista, aunque el carril se termina pocos metros adelante con la demarcación de un “CEDA”.

Con respecto a la demarcación horizontal sobre la vía secundaria se determinó que posee un alto nivel de desgaste, por lo que su visibilidad es muy reducida aún durante el día.

Además, se encontraron rótulos publicitarios colocados frente a la intersección, los cuales pueden disminuir la atención de los conductores hacia el señalamiento oficial. Por otra parte, se determinó que la señal de “ALTO” que regula la maniobra “San José-San Diego” no existe.

b) Consecuencias

Las condiciones de radios de giro cortos y la poca visibilidad para las maniobras de giro desde la Autopista hacia la vía marginal, existentes en la intersección San Diego, son elementos que atentan contra la seguridad vial de ese cruce. Estas condiciones incrementan la probabilidad de colisiones entre los flujo de vehiculares de la vías principal y secundaria.

Debido a que el carril auxiliar de desaceleración para la maniobra San José – San Diego está demarcado para las maniobras de giro a la derecha y movimiento directo, se genera la posibilidad de un mayor conflicto de maniobras vehiculares en esa zona, con la consecuencia de una posibilidad de mayor de ocurrencia de accidentes de tránsito.

Por su parte, el alto nivel de desgaste que posee la demarcación horizontal sobre la vía secundaria es otro de los elementos identificados que atentan contra la seguridad vial del cruce, debido a que los usuarios de la vía marginal al acercarse a la zona de intersección no perciben la información que la marcas viales del pavimento deben proveer.

Además de que la señal vertical de “ALTO” que regula los movimientos de la rampa proveniente de la Autopista está deteriorada (inexistente), existe una gran cantidad de señales publicitarias frente a este acceso que pueden distraer a los usuarios, reduciendo la efectividad del señalamiento oficial.

c) Recomendaciones

- Hacer un levantamiento topográfico de la zona de la intersección San Diego, con el propósito de realizar un diseño geométrico más adecuado de esta intersección. El nuevo diseño debe tener especial consideración de los siguientes aspectos:
 - Mayores radios de curvatura de las maniobras desde y hacia las rampas de la Autopista.

- Rampas de aceleración y desaceleración con una longitud adecuada.
- Demarcar el carril auxiliar de desaceleración para la maniobra San José – San Diego como exclusivo para ese giro derecho.
- Mejorar la visibilidad en la zona de intersección del carril Autopista – San Diego con la vía marginal.
- Demarcar y señalizar adecuadamente los accesos de la vía marginal de San Diego.
- Remover los rótulos publicitarios existente en el área de la intersección.

5.9.5 Intercambio Superior de Tres Ríos (Puente)

Localizado aproximadamente a un kilómetro al este de la estación de peaje de Tres Ríos, este intercambio conecta a la Autopista Florencio del Castillo con la carretera radial de ingreso a la ciudad de Tres Ríos (Ver Figura 7).

El intercambio de Tres Ríos posee una configuración tipo “Trompeta”. Posee un lazo para las maniobras San José – Tres Ríos y Tres Ríos – Cartago y, rampas para los movimientos Cartago – Tres Ríos y Tres Ríos – San José.

a) Hallazgos de la Auditoría

Se determinó que existen dos accesos ilegales a propiedades privadas a lo largo del lazo “Tres Ríos - Cartago”, así como otro acceso ilegal a la Autopista al inicio de la rampa “Cartago – Tres Ríos” (Ver Fotografías 33 A, B y C).

Con respecto a la necesidad y estado de los sistemas de contención lateral en el intercambio se determinó que:

La barrera de contención lateral existente a lo largo del margen derecho del lazo “Tres Ríos - San José ” no es continuo, debido a la presencia de los accesos ilegales a propiedades privadas. Uno de los extremos de esta barrera de protección flexible termina antes de la sección de radio mínimo del lazo, tal y como se muestra en la Fotografía 34.

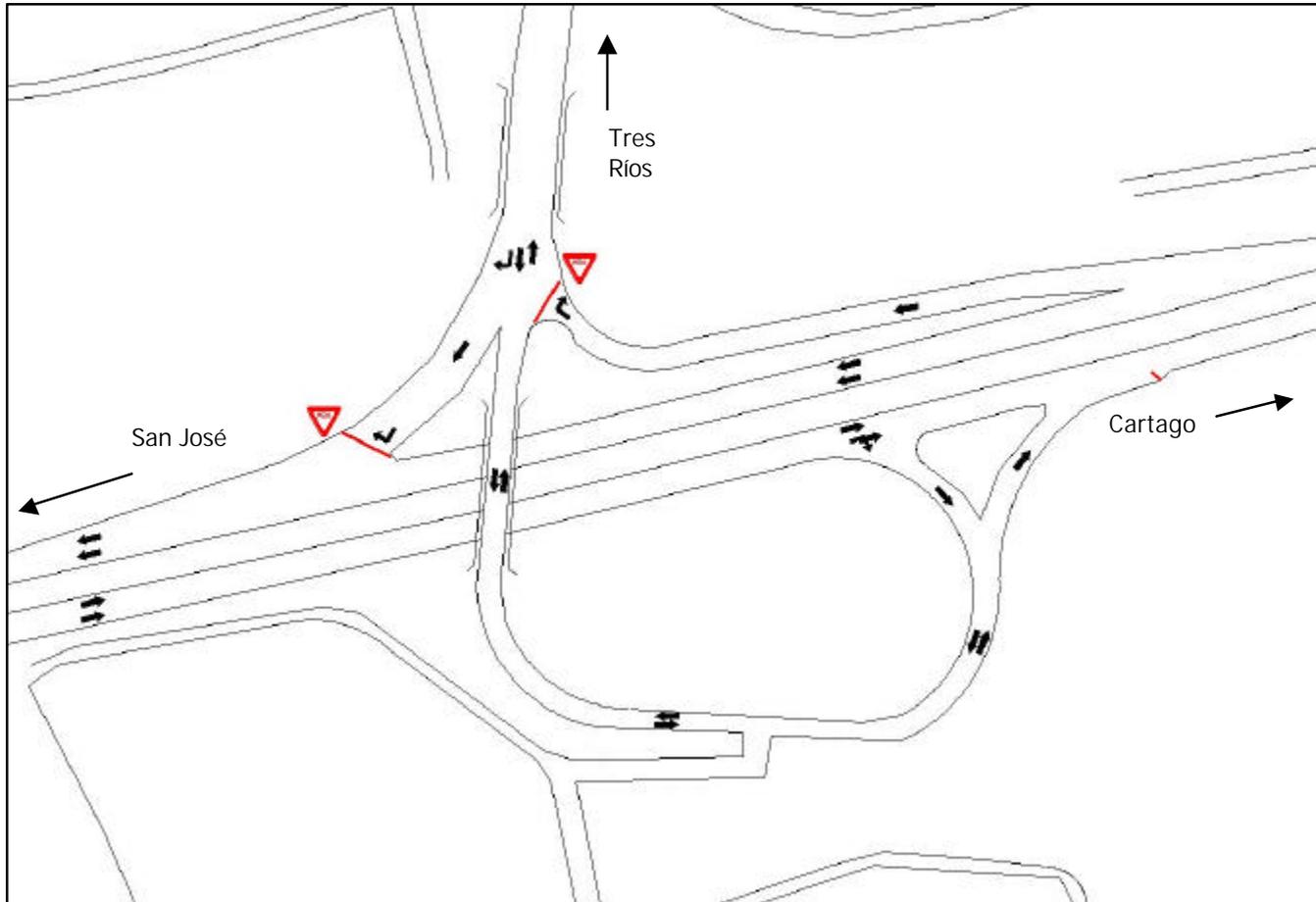


Figura 7
Intercambio superior Tres Ríos (Puente)

- La barrera flexible existente al inicio de la conexión entre la radial a Tres Ríos y el puente del intercambio está deteriorado. Además, esta barrera es de una longitud muy corta y no posee un diseño adecuado en sus extremos, tanto en el extremo de inicio como en la conexión con la baranda del puente vehicular (Ver Fotografía 35).
- Existe un barrera de contención lateral al final de la rampa “Cartago – Tres Ríos”, la cual no posee una longitud muy corta (Ver Fotografía 36).



A

Por otra parte, no existen carriles auxiliares de aceleración y desaceleración para las rampas “Tres Ríos – San José” (Fotografía 37) y “San José – Tres Ríos” (Fotografía 38).



B

b) Consecuencias

Los accesos ilegales existentes al margen de las rampas del intercambio reducen considerablemente la seguridad vial en este cruce, debido a la posibilidad de colisión producto de vehículos que ingresen o salgan desde dichos accesos ilegales.

Las deficiencias encontradas en los sistemas de contención lateral existentes a los márgenes de las rampas del intercambio, representan



C

Fotografías 33

Accesos ilegales en la Rampa “San José-Tres Ríos” (A y B), y en la Rampa “Cartago – Tres Ríos” (C)

elementos que atentan contra la seguridad vial.

La falta de carriles de aceleración y desaceleración tiene consecuencias tanto operativas, debido a la limitada capacidad e interferencia en el flujo vehicular de la vía principal que ofrece este condición, así como por la reducción del nivel de seguridad con que se realizan las maniobras de ingreso y salida desde y hacia la Autopista.

c) Recomendaciones

- Realizar los estudios y obras necesarias para dotar de carriles de aceleración y desaceleración a todos los lazos y rampas del Intercambio de Tres Ríos.
- Estudiar con detalle la situación de los accesos existentes al margen del lazo “Tres Ríos – Cartago” y la rampa “Cartago – Tres Ríos”, con el propósito de encontrar una solución al cierre permanente de esos accesos. Debe realizarse un estudio detallado de la accesibilidad que poseen las propiedades colindantes que se verían afectadas con el cierre de dichos accesos y, determinar la necesidad de construir vías de acceso marginales a esas propiedades.
- Corregir las deficiencias encontradas en los sistemas de



Fotografía 34

Sistema de contención lateral sin continuidad en curva, Rampa San José-Tres Ríos



Fotografía 35

Sistema de contención lateral deteriorado Intercambio Superior Tres Ríos



Fotografía 36

Sistema de contención lateral con longitud insuficiente, Rampa Cartago-Tres Ríos

contención lateral del intercambio.

5.9.6 Intercambio Inferior de Tres Ríos (Túnel)

Este intercambio está localizado a dos kilómetros al este del intercambio superior de Tres Ríos, aproximadamente y, corresponde al cruce o conexión entre la Autopista Florencio del Castillo y el extremo este de la Ruta 251 (Carretera Florencio del Castillo). A través de este intercambio estilo “Trompeta” se permiten las seis maniobras de giro posibles entre la Ruta 251 y la Autopista Florencio del Castillo (Ver Figura 8).

a) Hallazgos de la Auditoría

Con base en la visita de auditoría realizada al paso inferior de Tres Ríos se determinó que:

- No existe carril de desaceleración para la maniobra “San José – Tres Ríos”.
- Existe un carril auxiliar de aceleración muy corto para la maniobra “Tres Ríos – Cartago”.
- No existe carril de aceleración para la rampa “Tres Ríos – San José”. Además, no existe la señal vertical de “CEDA” a la salida de esta rampa.
- Existe un alto nivel de deterioro en la demarcación horizontal de la zona de intersección entre la vía marginal sur y el lazo “San José – Tres Ríos” (Ver Fotografía 37). Además, en esta zona de intersección hace falta la señal vertical de “CEDA” para la maniobra de giro derecho del flujo vehicular proveniente de la autopista.



Fotografía 37

Demarcación horizontal deteriorada zona de intersección en marginal sur Paso inferior de Tres Ríos

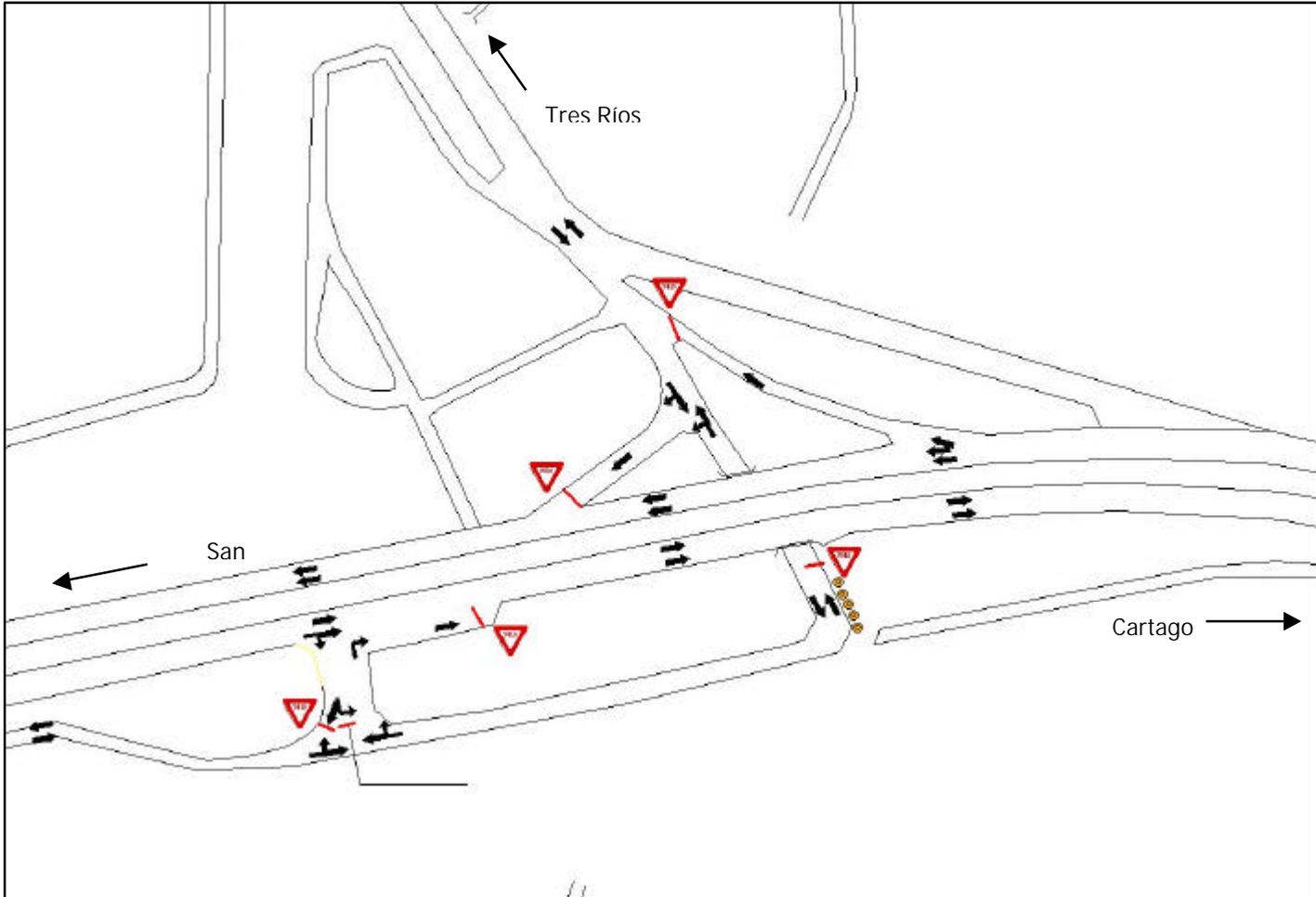


Figura 8
Intercambio inferior Tres Ríos (Túnel)

- El lazo “San José – Tres Ríos” presenta un radio de curvatura corto exactamente antes de llegar al túnel del paso inferior (donde los usuarios deben ceder el paso), por lo que se colocaron delineadores de tubo metálico con material “retro – reflectivo”. Sin embargo, los delineadores fueron rellenos de concreto (Ver Fotografía 38).
- La vía marginal sur que forma parte de la rampa “San José – Tres Ríos” colinda en su margen sur con un talud profundo y, no posee ningún



Fotografía 38

Radio de curvatura corto y delineadores de postes metálicos rellenos de concreto Lazo San José-Tres Ríos



Fotografía 39

Talud alto e inexistencia de sistema de contención lateral
Rampa Cartago – Tres Ríos

- sistema de contención lateral.
- La rampa “Cartago – Tres Ríos” posee un radio de giro corto, además, en su margen izquierdo existe una diferencia de niveles considerable y una zanja profunda. Sin embargo, no existe ningún tipo de barrera de contención lateral (Ver Fotografía 39).

b) Consecuencias

La falta de carriles de aceleración y desaceleración tienen consecuencias tanto operativas, debido a la limitada capacidad e interferencia en el flujo vehicular

de la vía principal que ofrece esta condición, así como por la reducción del nivel de seguridad con que se realizan las maniobras de ingreso y salida desde y hacia la Autopista.

El alto nivel de deterioro de la demarcación horizontal y la falta de señalamiento vertical en la zona de intersección entre la vía marginal sur y el lazo “San José – Tres Ríos” incrementa la probabilidad de ocurrencia de accidentes de tránsito en esa intersección, debido a que no se nota de forma clara cómo están definidas las maniobras permitidas, las líneas de paro ni las prioridades de paso.

Los delineadores del borde de carretera deben ser material o base quebradiza, con el propósito de que cedan en caso de que un vehículo colisione contra ellos. En el caso de los delineadores colocados en el lazo “San José – Tres Ríos” están rellenos de concreto y empotrados al suelo, por lo que representan un obstáculo lateral peligroso.

Existe riesgo de accidentes en las secciones identificadas con ausencia de barreras de contención lateral: la vía marginal sur que forma parte de la rampa “San José – Tres Ríos” y, la rampa “Cartago – Tres Ríos”.

c) Recomendaciones

- Realizar los estudios y obras necesarias para dotar de carriles de aceleración y desaceleración de longitud adecuada a todas rampas del intercambio inferior Tres Ríos.
- Demarcar adecuadamente la zona de intersección entre la vía marginal sur y el lazo “San José – Tres Ríos” y, colocar la señal vertical de “CEDA” para la maniobra de giro derecho del flujo vehicular proveniente de la autopista.
- Remover los delineadores rígidos existentes en el lazo “San José – Tres Ríos” y sustituirlos por delineadores de material o base flexible.
- Colocar un sistema de contención lateral adecuado al margen de la vía marginal sur que forma parte de la rampa “San José – Tres Ríos”, así como en el margen izquierdo de la rampa “Cartago – Tres Ríos”.

5.9.7 Lazos de Giro en U “Bomba Cristo Rey”

A la altura de la estación de servicio “Bomba Cristo Rey” están ubicados unos lazos de giro en “U” que permite realizar dicha maniobras desde ambos sentidos de circulación en la carretera Florencio del Castillo. En esta zona también le es posible a los usuarios de la carretera que transitan en el sentido “Cartago – San José” ingresar a la estación de servicio (Ver Figura 9).

a) Hallazgos de la Auditoría

En la visita de auditoría a esta zona de intersección de movimientos se determinó que:

- El lazo de giro en “U” de la maniobra “Cartago – Cartago” posee un radio de giro corto, el flujo vehicular de donde proviene esta maniobra transita a alta velocidad debido a que la carretera en ese tramo tiene pendiente descendente y, no existe un carril auxiliar de desaceleración para realizar esa maniobra (Ver Fotografía 40).



Fotografía 40

Radio de curvatura corto y falta de carril de desaceleración, Lazo “Cartago – Cartago”



Fotografía 41

Lazos de giro en “U” cercanos sin sistema de protección lateral

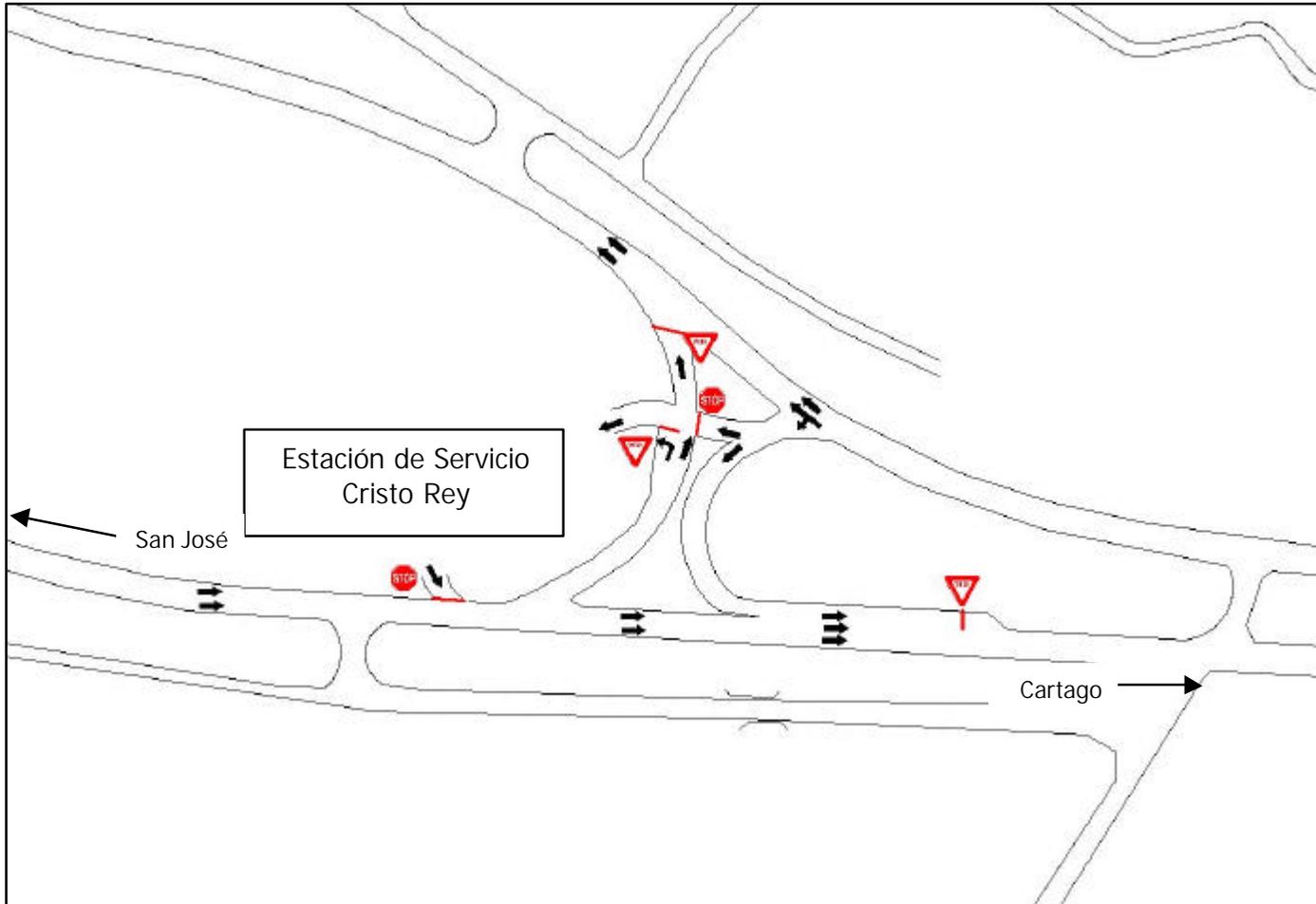


Figura 9
Lazos de giro en U, bomba Cristo Rey

- Ambos lazos de giro “U” se encuentran cercanos y no existe ningún elemento de separación física o contención lateral que los divida (Fotografía 41). Además, en esta zona existe un poste de luz de base rígida que tampoco está protegido (Ver Fotografía 42)
- Al margen izquierdo de la carretera Florencio del Castillo en el sentido “San José – Cartago” existe una alcantarilla tipo cajón de grandes dimensiones y profundidad, ubicada muy cerca de la orilla de la calzada y sin ningún tipo de protección lateral (Ver Fotografía 43).
- No existe carril de aceleración para la maniobra de giro en “U” “San José – San José”.
- La maniobra de giro en “U” “Cartago – Cartago” posee un carril auxiliar de aceleración a la salida del lazo, sin embargo, es un carril angosto y presenta deficiencias operativas, debido a que se logró observar cómo los usuarios tienen reservas al usar el carril para acelerar y hacer su maniobra de ingreso al flujo principal, y en lugar de eso hacen una maniobra de ingreso similar a la de una intersección en “T” regulada con señales de “ALTO” o “CEDA”.

b) Consecuencias

La geometría y disposición que poseen los lazos de giro en “U” “Bomba Cristo Rey”, posibilitan la ocurrencia de colisión entre vehículos de ambos lazos y de vuelco de los vehículos del lazo “Cartago – Cartago”.



Fotografía 42
Poste con base rígida frente al lazo “Cartago – Cartago”



Fotografía 43
Alcantarilla profunda sin protección lazos de giro en “U” bomba Cristo Rey

Además, la falta de carriles auxiliares de aceleración y desaceleración para estas maniobras de giro en “U” sobre la carretera en el sentido “Cartago – San José”, reduce considerablemente la seguridad y eficiencia en la ejecución de esos movimientos, tanto para los usuarios que giran en “U” como para el flujo vehicular de la vía principal.

La condición en que se encuentra la alcantarilla existente al margen izquierdo de la carretera Florencio del Castillo en el sentido “San José – Cartago”, representa un riesgo de posibles consecuencias fatales en caso de que un usuario se salga de la vía en esa zona.



Fotografía 44

Sistema de contención lateral de longitud insuficiente,
Lazo “San José – San José”

c) Recomendaciones

- Realizar los estudios y obras necesarias para dotar de carriles de aceleración y desaceleración de longitud y ancho adecuado a los lazos de giro en “U” ubicados a la altura de la estación de servicio “Bomba Cristo Rey”.
- Colocar un sistema de contención lateral adecuado al margen derecho del lazo “Cartago – Cartago” y, en el margen izquierdo de la carretera Florencio del Castillo en el sentido “San José – Cartago” en la zona de la ya mencionada alcantarilla tipo cajón.
- Colocar una señal preventiva de flujos convergentes (P-4-3, según Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito, SIECA-2000) al margen derecho de la salida del lazo de giro en “U” “Cartago – Cartago” y, al margen izquierdo de la carretera Florencio del Castillo en el sentido “San José – Cartago”, para advertir de la convergencia cercana de ambos flujos vehiculares.

5.9.8 Intersección “Antes de Taras”

Esta intersección se encuentra ubicada a unos 200 metros antes de llegar a la Intersección de Taras y, está formada por lazos de giro en “U” en cada sentido de circulación de la carretera Florencio del Castillo, así como también por la conexión de la vía secundaria de Barrio Ochomogo con la carretera Florencio del Castillo (Ver Figura 10).

a) Hallazgos de la Auditoría

En esta zona de intersección se determinó que los lazos de giro en “U” poseen radios de giro sumamente cortos y, en el caso del lazo “San José – San José” existe un sistema de contención lateral rígido de concreto que no posee longitud suficiente, ya que su extremo final no cubre por completo la curvatura del lazo (Ver Fotografía 44).

Se determinó que en el área de entrada al lazo “San José – San José” se permite realizar la maniobra de movimiento directo desde la calle secundaria de Barrio Ochomogo (Ver Fotografía 45), atravesando por completo la calle principal, la cual posee una pendiente considerable, por lo que los vehículos que la transitan lo hacen a alta velocidad.

Además, se determinó la existencia de un acceso ilegal desde este lazo a una de las propiedades colindantes al margen izquierdo, tal y como se muestra en la Fotografía 46.

Los lazos de giro en U a la salida no poseen rampas de aceleración y poseen una escasa visibilidad, lo que potencia la ocurrencia de accidentes de tránsito.

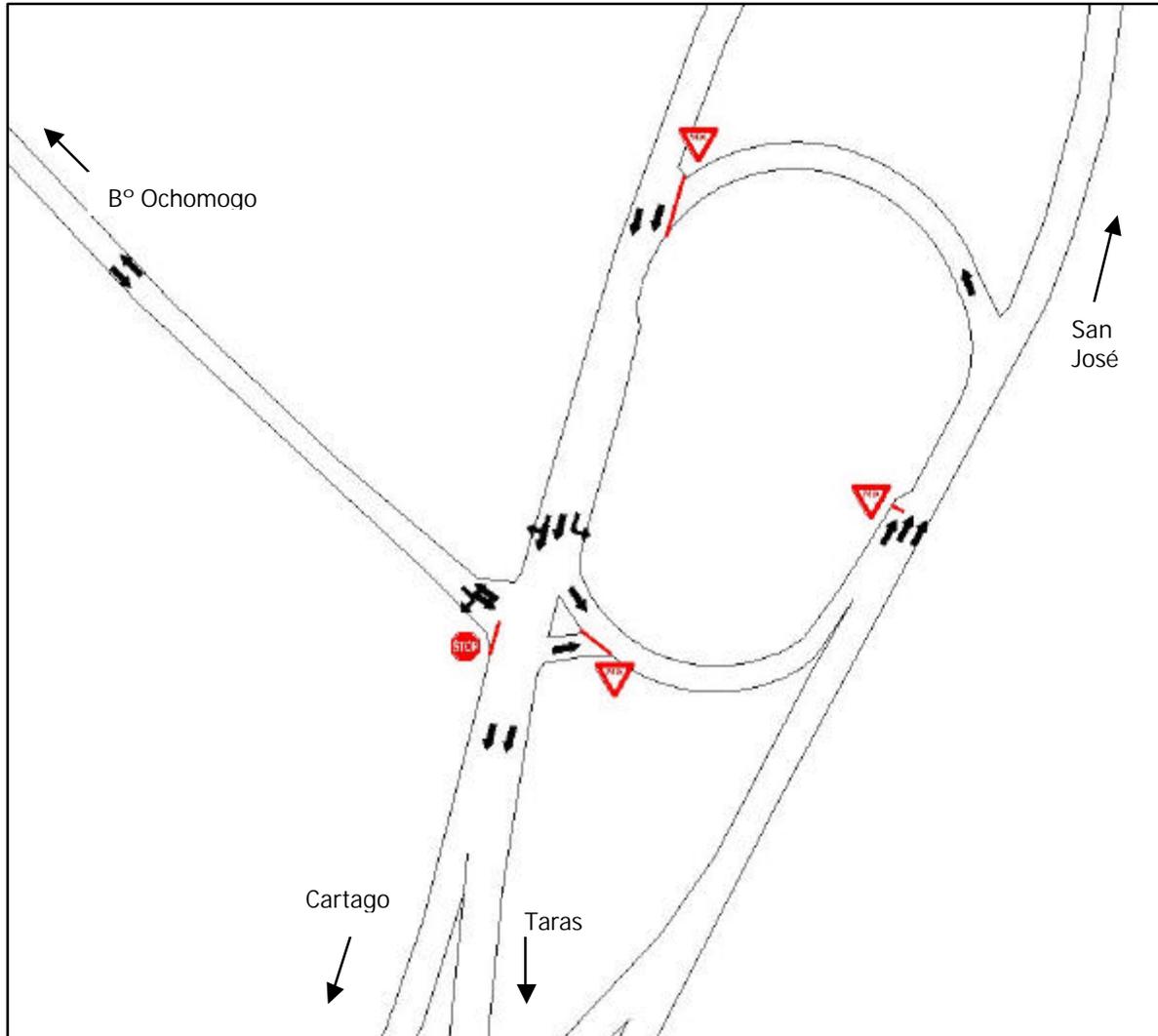


Figura 10
Intersección antes de Taras

b) Consecuencias

Los cortos radios de giro que poseen los lazos de giro en "U" en esta intersección, así como su escasa visibilidad y ausencia de rampas de aceleración, aumentan el riesgo de vuelco o salida de la vía de los usuarios que realizan estas maniobras, tomando además en consideración la inexistencia o deficiencia de sistemas de contención lateral.



Fotografía 45

Maniobra de movimiento directo permitida desde Bº Ochoмого hacia el lazo "San José-San José"

Debido a la condición de pendiente descendiente y de flujos vehiculares a alta velocidad sobre este tramo de la carretera Florencio del Castillo en el sentido "San José – Cartago", así como por la reducida visibilidad desde y hacia la vía principal, es sumamente peligroso y poco recomendable permitir la maniobras de movimiento directo desde la calle secundaria de Barrio Ochoмого hacia la rampa de giro "San José – San José".



Fotografía 46

Acceso a propiedades colindantes sobre el lazo "San José-San José"

El acceso ilegal existente al margen izquierdo de la rampa "San José – San José" reduce considerablemente la seguridad vial de esa rampa, debido a la posibilidad de colisión producto de vehículos que ingresen o salgan desde dicho acceso ilegal.

c) Recomendaciones

- Completar el sistema de contención lateral existente sobre el lazo de giro en “U” “San José – San José”, de tal forma que abarque por completo la zona de curvatura del lazo.
- Cerrar el paso para el movimiento directo desde Barrio Ochomogo hacia el lazo “San José – San José”.
- Realizar un estudio para determinar la condición legal en que se encuentran las propiedades y accesos colindantes al lazo “San José – San José”.
- Realizar los estudio topográficos, diseños geométricos e implementación constructiva, necesarios para mejorar la visibilidad de los lazos de giro en “U” de esta intersección, así como dotarlos de carriles auxiliares de aceleración.
- Realizar los estudios técnicos necesarios para mejorar la condición geométrica y visibilidad del acceso existente al Barrio Ochomogo, de tal forma que las maniobras de ingreso y salida puedan realizarse de manera eficiente y segura.

5.9.9 Intersección Taras

Esta intersección está localizada al final de la carretera Florencio del Castillo, en el entronque de la Ruta 2 con la Ruta 219. La Intersección Taras posee una configuración en forma de “T” y permite el paso de los usuarios de la carretera Florencio del Castillo hacia la Ruta 219 y viceversa, regulando dichas maniobras con señales de “ALTO” y “CEDA”, respectivamente (Ver Figura 11).

El acceso proveniente de Tres Ríos está acondicionado con reductores de velocidad del tipo vibrador, con el propósito de garantizar que los conductores reduzcan la velocidad y se detengan en la línea de pare regulada por la señal de “ALTO”, debido a que el flujo vehicular proveniente de Cartago sobre la Ruta 2 transita sobre ese tramo a muy alta velocidad, por lo que el cruce de vehículos en esa intersección resulta peligroso. Este sistema de reducción de velocidad fue instalado después de la ocurrencia de varios accidentes fatales ocurridos después de abierta la intersección.

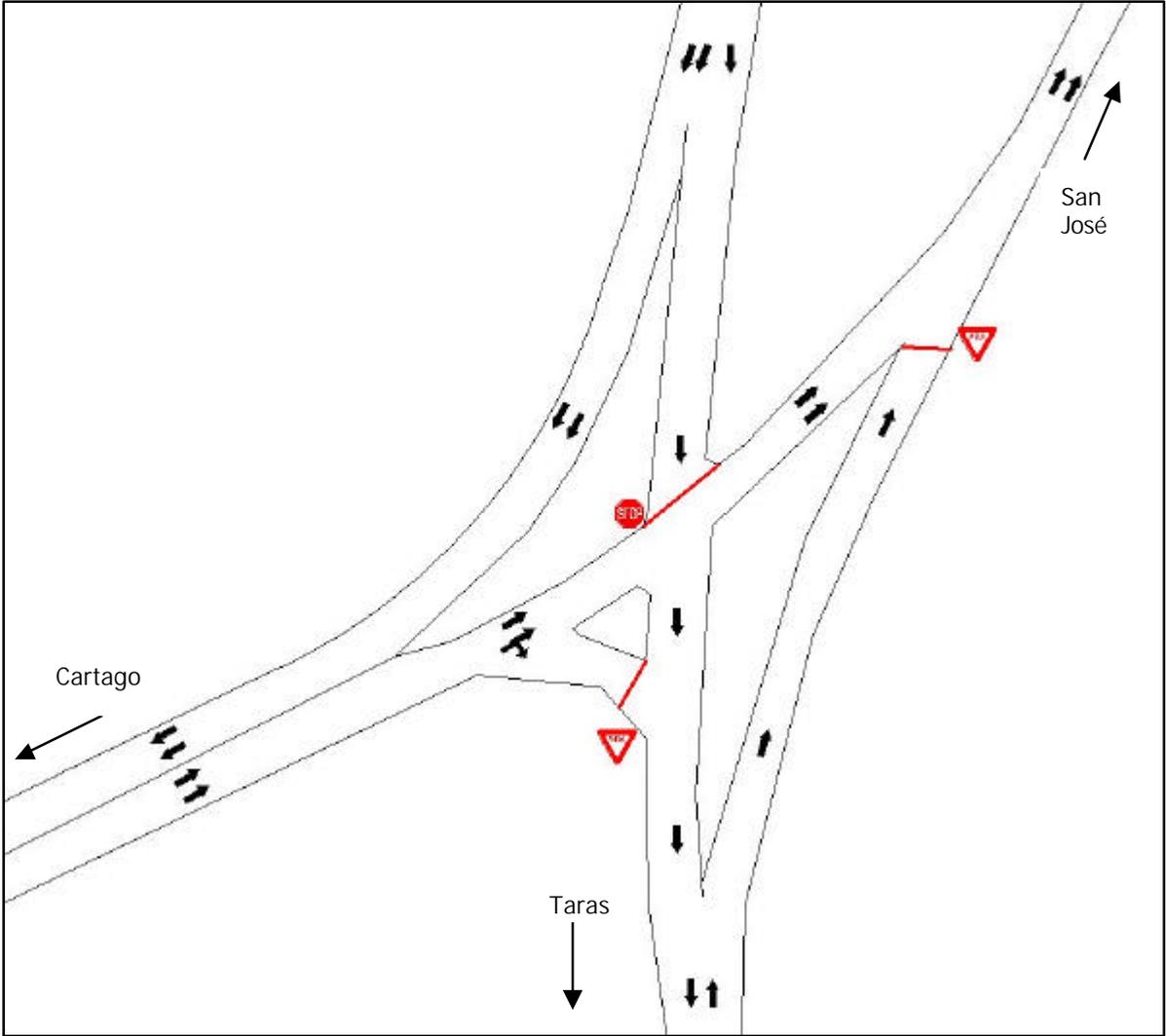


Figura 11
Intersección Taras

a) Hallazgos de la Auditoría

Con base en la visita de auditoría a la Intersección Taras se determinó que:

- El enlace “San José – Cartago” posee una condición geométrica en curva y con pendiente descendente, de tal forma que los vehículos transitan por ese tramo a alta velocidad, con peligro de salirse de la vía o volcarse. Sin embargo, no existe ningún sistema de protección lateral al margen izquierdo de ese enlace (Ver Fotografía 47).
- En las islas o zonas verdes ubicadas al costado este de la



Fotografía 47

Radio de curvatura corto sin protección lateral
Enlace “San José – Cartago”
intersección Taras



A

Fotografía 48

Peligros laterales en zonas verdes:

- A. Postes
- B. Zanja profunda en isla de canalización, intersección Taras

intersección existen sin protección algunos elementos u obstáculos peligrosos: dos postes y una zanja profunda (Ver Fotografía 48 A y B).

- Al margen derecho de la Rampa “Taras – San José” y del tramo de



B

inicio de la Carretera Florencio del Castillo existen algunas propiedades y terrenos que se encuentran a un nivel considerablemente más bajo y sin protección lateral (Ver Fotografía 49).

b) Consecuencias

La inexistencia de sistemas de contención adecuados en los sitios indicados anteriormente generan un riesgo de colisión o vuelco para los usuarios que transitan por esta intersección.

c) Recomendaciones

Instalar sistemas de contención lateral adecuados en los sitios que se indican en la sección de hallazgos de la auditoría de la Intersección Taras: margen izquierdo del enlace “San José – Cartago”, margen derecho de la Ruta 2 en el sentido “Cartago – San José” frente a las islas o zonas verdes ubicadas al costado este de la intersección Taras y, en el margen derecho de la Rampa “Taras – San José” y del tramo de inicio de la Carretera Florencio del Castillo.

6. Análisis del Riesgo y Asignación de Prioridades

Todos aquellos elementos identificados con estándares inapropiados o considerados como problemas de seguridad fueron calificados mediante la asignación de un nivel de riesgo. La asignación del nivel de riesgo permite elaborar un plan de inversión sobre la carretera y la red vial nacional, ya que da la posibilidad de asignar prioridades en función de la probabilidad y severidad del riesgo asignado a cada elemento.

Es importante tomar en cuenta que, la asignación del nivel de riesgo que se presenta en este informe representa solamente una estimación de la probabilidad y severidad de los accidentes, se basa en el criterio profesional y los elementos observados y medidos en el campo. La asignación del nivel de riesgo se realiza de esta forma debido a que en nuestro país no existe una base de datos de accidentes de tránsito con ubicación geográfica precisa, ni información completa de todos los elementos que se requiere para realizar un estudio técnico de accidentes a lo largo de la carretera.

En consecuencia el plan de inversiones para mejorar la seguridad de la vía debe cubrir, en buena teoría, la corrección de todas las deficiencias relacionadas con la seguridad vial existentes a lo largo de la carretera.

A continuación se presentan las definiciones y matrices de un modelo para la asignación del nivel de riesgo, el cual ha sido aplicado en conjunto por todos los miembros del equipo de auditores.

Pasos para la asignación del nivel de riesgo:

Paso 1: Establecer del Cuadro 1 la probabilidad de ocurrencia de un incidente debido a la existencia del elemento o característica inapropiada que se identificó en la carretera.

Paso 2: Establecer del Cuadro 2 la categoría de severidad que representa el elemento de riesgo identificado.

Paso 3: Determinar del Cuadro 3 el nivel de riesgo que corresponde al elemento analizado.

Cuadro 1: Probabilidad de Riesgo

Probabilidad	Descripción
Frecuente	Es probable que ocurra frecuentemente (una o más veces por año)
Ocasional	Es probable que ocurra algunas veces (una vez cada 1-5 años)
Poco Probable	Improbable que el evento sea experimentado alguna vez

Cuadro 2: Severidad

Categoría
Fatal
Seria
Menor

Cuadro 3: Nivel de Riesgo

Severidad	Probabilidad		
	Frecuente	Ocasional	Poco Probable
Fatal	URGENTE	URGENTE	ALTO
Seria	URGENTE	ALTO	MEDIO
Menor	ALTO	MEDIO	BAJO

En los Cuadros del 4 al 9 se muestran los resultados de la evaluación y asignación del nivel de riesgo para cada grupo de elementos de inseguridad identificados en la carretera Florencio del Castillo. Se concluye que los elementos que requieren un tratamiento con mayor urgencia son la demarcación horizontal del pavimento, la presencia de obstáculos y peligros laterales y los referentes a facilidades peatonales y de ciclistas.

La numeración de secciones utilizadas en los Cuadros del 4 al 9 coincide con la definida en la sección

Cuadro4: Resultados de la Asignación de Probabilidad de Riesgo
Sentido: San José-Cartago

SENTIDO: SAN JOSÉ - CARTAGO

FRECUENCIA

	SECCIÓN									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. CONDICION DE LA CALZADA										
1.1. DAÑOS	I	I	I	I	I	I	I	I	O	I
1.2. PAVIMENTO LISO	F	F	F	F	F	F	I	I	O	F
2. DAÑOS EN EL ESPALDÓN	I	I	I	I	I	I	I	I	I	O
3. DEMARCACIÓN HORIZONTAL	O	O	F	F	I	F	O	O	O	O
4. SEÑALAMIENTO VERTICAL	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
5. PUBLICIDAD EN LA VÍA	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
6. OBSTÁCULOS Y PELIGROS LATERALES	O	O	F	F	O	O	O	O	O	F
7. FACILIDADES PEATONALES Y DE CICLISTAS	F	F	F	F	F	O	I	I	O	F
8. DESARROLLO DE PROPIEDADES LATERALES Y ACCESOS ILEGALES	O	O	O	F	I	O	I	O	F	F

Donde:

F: FRECUENTE

O: OCASIONAL

I: IMPROBABLE

**Cuadro 5: Resultados de la Asignación de Severidad
Sentido: San José – Cartago**

SENTIDO: SAN JOSÉ - CARTAGO SEVERIDAD	SECCIÓN									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. CONDICION DE LA CALZADA										
1.1. DAÑOS	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
1.2. PAVIMENTO LISO	S	S	S	S	S	S	M	M	S	F
2. DAÑOS EN EL ESPALDÓN	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S
3. DEMARCACIÓN HORIZONTAL	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
4. SEÑALAMIENTO VERTICAL	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
5. PUBLICIDAD EN LA VÍA	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
6. OBSTÁCULOS Y PELIGROS LATERALES	S	S	S	F	F	S	S	S	S	F
7. FACILIDADES PEATONALES Y DE CICLISTAS	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
8. DESARROLLO DE PROPIEDADES LATERALES Y ACCESOS ILEGALES	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

Donde:
F: FATAL
S: SERIA
M: MENOR

**Cuadro 6: Resultados de la Asignación del Nivel de Riesgo
Sentido: San José – Cartago**

SENTIDO: SAN JOSÉ - CARTAGO MATRIZ FINAL	SECCIÓN									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. CONDICION DE LA CALZADA										
1.1. DAÑOS	B	B	B	B	B	B	B	B	M	B
1.2. PAVIMENTO LISO	U	U	U	U	U	U	B	B	A	U
2. DAÑOS EN EL ESPALDÓN	B	B	B	B	B	B	B	B	B	A
3. DEMARCACIÓN HORIZONTAL	U	U	U	U	A	U	U	U	U	U
4. SEÑALAMIENTO VERTICAL	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
5. PUBLICIDAD EN LA VÍA	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
6. OBSTÁCULOS Y PELIGROS LATERALES	A	A	U	U	U	A	A	A	A	U
7. FACILIDADES PEATONALES Y DE CICLISTAS	U	U	U	U	U	U	A	A	U	U
8. DESARROLLO DE PROPIEDADES LATERALES Y ACCESOS ILEGALES	A	A	A	U	B	A	B	A	U	U

Donde:

U: URGENTE

A: ALTO

M: MEDIO

B: BAJO

**Cuadro: 7: Resultados de la Asignación de Probabilidad de Riesgo
Sentido: Cartago – San José**

SENTIDO: CARTAGO - SAN JOSÉ FRECUENCIA	SECCIÓN									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. CONDICION DE LA CALZADA										
1.1. DAÑOS	I	I	I	I	I	I	I	I	I	O
1.2. PAVIMENTO LISO	O	O	O	F	O	O	O	F	F	I
2. DAÑOS EN EL ESPALDÓN	I	I	I	I	I	I	O	I	O	I
3. DEMARCACIÓN HORIZONTAL	O	O	O	F	F	F	F	F	F	F
4. SEÑALAMIENTO VERTICAL	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
5. PUBLICIDAD EN LA VÍA	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
6. OBSTÁCULOS Y PELIGROS LATERALES	O	O	O	F	F	O	O	O	O	F
7. FACILIDADES PEATONALES Y DE CICLISTAS	F	F	F	F	F	O	O	O	O	I
8. DESARROLLO DE PROPIEDADES LATERALES Y ACCESOS ILEGALES	I	I	I	O	I	I	F	F	F	F

Donde:
 MF: MUY FRECUENTE
 F: FRECUENTE
 O: OCASIONAL
 I: IMPROBABLE

**Cuadro 8: Resultados de la Asignación de Severidad
Sentido: Cartago – San José**

SENTIDO: CARTAGO - SAN JOSÉ SEVERIDAD	SECCIÓN									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. CONDICION DE LA CALZADA										
1.1. DAÑOS	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
1.2. PAVIMENTO LISO	S	S	S	F	S	S	F	F	S	S
2. DAÑOS EN EL ESPALDÓN	M	M	M	M	M	M	S	S	M	M
3. DEMARCACIÓN HORIZONTAL	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
4. SEÑALAMIENTO VERTICAL	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
5. PUBLICIDAD EN LA VÍA	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
6. OBSTÁCULOS Y PELIGROS LATERALES	S	S	S	F	S	S	F	F	S	F
7. FACILIDADES PEATONALES Y DE CICLISTAS	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
8. DESARROLLO DE PROPIEDADES LATERALES Y ACCESOS ILEGALES	S	S	S	S	S	S	F	F	S	S

Donde:
F: FATAL
S: SERIA
M: MENOR

**Cuadro 9: Resultados de la Asignación de Nivel de Riesgo
Sentido: Cartago – San José**

SENTIDO: CARTAGO - SAN JOSÉ

MATRIZ FINAL

	SECCIÓN									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. CONDICION DE LA CALZADA										
1.1. DAÑOS	B	B	B	B	B	B	B	B	B	M
1.2. PAVIMENTO LISO	A	A	A	U	A	A	U	U	U	B
2. DAÑOS EN EL ESPALDÓN	B	B	B	B	B	B	M	B	M	B
3. DEMARCACIÓN HORIZONTAL	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
4. SEÑALAMIENTO VERTICAL	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
5. PUBLICIDAD EN LA VÍA	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
6. OBSTÁCULOS Y PELIGROS LATERALES	A	A	A	U	U	A	U	U	A	U
7. FACILIDADES PEATONALES Y DE CICLISTAS	U	U	U	U	U	U	U	U	U	A
8. DESARROLLO DE PROPIEDADES LATERALES Y ACCESOS ILEGALES	B	B	B	A	B	B	U	U	U	U

Donde:

U: URGENTE

A: ALTO

M: MEDIO

B: BAJO

El nivel de riesgo asignado a cada sección de carretera en cada sentido de circulación (que se muestra en los Cuadros 6 y 9), define el orden de prioridad relativo a la atención de los problemas detectados y, que sirven como herramienta para definir un cronograma de tratamiento y solución de los elementos que atentan contra la seguridad de la carretera.

Así, las casillas de color rojo (URGENTE) corresponden a aquellos elementos cuya atención prioritaria y, deben resolverse con urgencia los problemas detectados. Los elementos ubicados en las casillas de color naranja (ALTO) también poseen un alto nivel de prioridad y deben atenderse lo antes posible. Por su parte, las casillas de color amarillo (MEDIO) corresponden a aquellos elementos cuya atención tiene un nivel medio de prioridad, mientras que aquellos elementos marcados en casilla de color verde (BAJO) pueden ser atendidos con posterioridad, pero sin dejarlos de lado porque a mediano y largo plazo sus condiciones varían y podrían volverse críticos.

7. Bibliografía

Ingetrans Consultores, S.A., **Estudio Funcional y de Capacidad para Mejorar la Operación en las Estaciones de Cobro de Peaje**, Consejo Nacional de Vialidad, MOPT, 2002.

Ingetrans Consultores, S.A., **Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito**, Secretaría Técnica de Integración Económica Centroamericana, Guatemala, 2000.

Transfund New Zeland, **Safety Audit Procedures for Existing Roads**, Transfund New Zeland, New Zeland, 1998.

Valverde González, German, **Procedimientos de Auditoría de Seguridad Vial en Carreteras Existentes**, LANAMME, Universidad de Costa Rica, San José, 2002.

Leyes

Nº 8114: Ley de Simplificación y Eficiencia Tributarias

Nº 7331: Ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres

Decretos Nacionales

Nº 29253-MOPT

Nº 29858-MOPT