



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Informe: LM-PT-036-2011

Informe de Asesoría Técnica Control de velocidades por medio de fotorradares Año 2011

San José, Costa Rica
Julio, 2011

1. Informe LM-PT-036-2011	2. Copia No. 1
3. Título: INFORME DE ASESORÍA TÉCNICA CONTROL DE VELOCIDADES POR MEDIO DE FOTORRADARES	4. Fecha del Informe Julio, 2011


7. Organización y dirección
 Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
 Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio,
 San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica
 Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440

8. Notas complementarias
 No Aplican

9. Resumen
 Se ha demostrado que el control de la velocidad es una medida efectiva y eficiente que reduce el número y gravedad de los accidentes. Se estima que la reducción de velocidad en 1,6 km/h puede reducir en promedio un 5% los accidentes, mientras que un aumento de la misma en 1,6 km/h puede aumentar accidentes en 19 % en promedio (CONASET, 2008). Según evidencia empírica, en varios países se ha determinado que el uso de tecnologías de control de velocidad es una medida adecuada para reducir los accidentes de tránsito. El caso de los fotorradares (cámaras de control de velocidad) es el que ha sido de mayor difusión y ha sido efectivo y eficiente para lograr un cambio de comportamiento en los usuarios, pues se ha logrado reducir la velocidad de circulación y como consecuencia, se ha disminuido el número de víctimas de accidentes. El sistema de fotorradares presenta beneficios mayores a los costos incurridos en su implementación y operación. En Nueva Zelanda se ha encontrado que existe una relación costo-beneficio 1:8; mientras que para Inglaterra la relación es de 1:2,7 (Rizzi, 2009). De acuerdo con los datos indicados de relaciones costo-beneficio, se justifica el uso de este tipo de tecnología para disminuir la velocidad. La correcta implementación de estos equipos en Costa Rica debe estar sujeta a un procedimiento y análisis técnico que logre el objetivo primordial de educar al usuario y disminuir la peligrosidad en las vías nacionales.

10. Palabras clave: Fotorradares, Control, velocidades	11. Nivel de seguridad: Alto	12. Núm. de páginas: 10
---	--	--------------------------------

13. Preparado por:
 Ing. Diana Jiménez Romero, M.Sc.
 Auditora Técnica.
 Unidad de Auditorías Técnicas


 Fecha: 18 / 07 / 2011



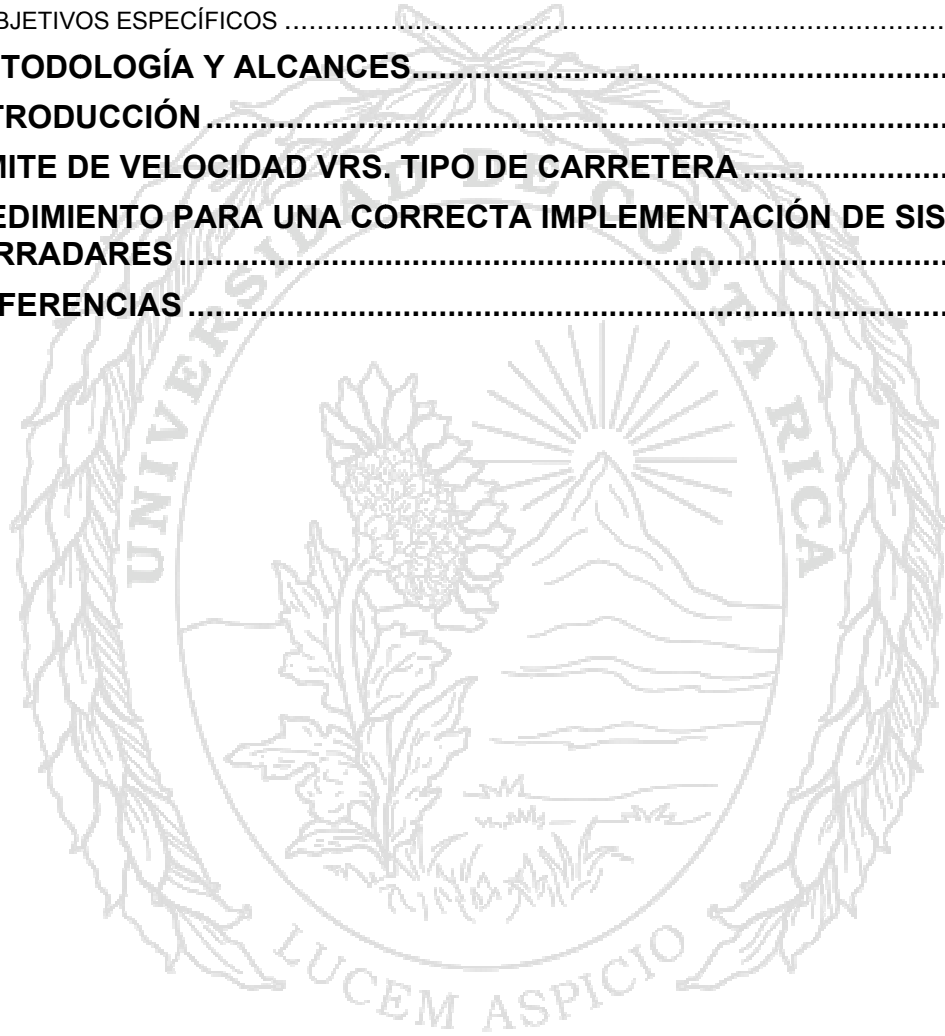
<p>14. Revisado por: Ing. Roy Barrantes Jiménez Coordinador Unidad de Evaluación de la Red Vial Nacional</p> <p> Fecha: 18 / 07 / 2011</p>		<p>15. Aprobado por: Ing. Guillermo Loría Salazar, Ph.D. Coordinador General PITRA</p> <p> Fecha: 18 / 07 / 2011</p>
---	--	---

TABLA DE CONTENIDO

1.	POTESTADES.....	4
2.	OBJETIVO DE LA ASESORÍA.....	4
2.1	OBJETIVO GENERAL.....	4
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
3.	METODOLOGÍA Y ALCANCES.....	5
4.	INTRODUCCIÓN.....	5
5.	LÍMITE DE VELOCIDAD VRS. TIPO DE CARRETERA.....	6
6.	PROCEDIMIENTO PARA UNA CORRECTA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE FOTORRADARES.....	8
7.	REFERENCIAS.....	10





1. POTESTADES

Según se establece en los artículo 5 y 6 de la Ley No. 8114, Ley de Simplificación y Eficiencia Tributaria, *“para garantizar la máxima eficiencia de la inversión pública de reconstrucción y conservación óptima de la red vial costarricense...”*, la Universidad de Costa Rica, a través del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (en adelante, LanammeUCR), podrá efectuar *“Asesoramiento técnico al jerarca superior de la Dirección de Vialidad del MOPT, así como al ministro y viceministro del sector”* . De conformidad con lo señalado, el presente es un informe técnico que se enmarca dentro de las funciones que la citada ley le confiere al LanammeUCR.

2. OBJETIVO DE LA ASESORÍA.

2.1 *Objetivo general*

Brindar elementos de juicio que permitan mejorar los criterios técnicos utilizados en la implementación de sistemas de control de velocidades en carreteras y de esta manera coadyuvar en la correcta inversión de recursos públicos destinados a este fin.

2.2 *Objetivos específicos*

- Brindar un análisis de la efectividad de los fotorradares como equipos de control de velocidades.
- Recomendar un procedimiento simple y práctico para la implementación de fotorradares en Costa Rica.



3. METODOLOGÍA Y ALCANCES

Como parte de las labores de asesoramiento técnico conferidas al LanammeUCR y como un ente eminentemente académico y formador de criterio técnico, se elabora este informe corto de asesoría, dirigido a las principales instancias relacionadas con los controles de velocidad en Costa Rica. Este informe recoge el aporte de un grupo de profesionales miembros del Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) del LanammeUCR, específicamente de la Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional y del núcleo de conocimiento en transportes de este programa. Es una iniciativa que busca, de forma oportuna y proactiva, brindar apoyo a los recientes esfuerzos de la Administración por mejorar las condiciones de circulación en la Red Vial Nacional.

4. INTRODUCCIÓN

El exceso de velocidad es una de las principales causas asociadas con la ocurrencia de accidentes; con el aumento de velocidad, aumenta la distancia recorrida por un vehículo mientras su conductor reacciona (desde que percibe un obstáculo hasta que frena), además, disminuyen las posibilidades de recuperación del control del vehículo y de maniobras evasivas ante cualquier riesgo y se estrecha el cono de visión del conductor (PIARC, 2003). Estas condiciones impiden una reacción oportuna ante la ocurrencia de alguna incidencia, lo que se traduce en un mayor riesgo de accidente.

Las consecuencias de un accidente dependen de la velocidad a la que se transite cuando sucede el siniestro, así por ejemplo, si un atropello se produce a una velocidad de 65 km/h, el peatón tiene una probabilidad de morir de un 85% y un 15% de sufrir lesiones graves (MAPFRE 2005); por otro lado, para el caso de colisiones vehiculares, existe un 50% de probabilidad de muerte para los ocupantes de un vehículo que no utilicen cinturón de seguridad a una velocidad de 50 km/h, mientras que para ocupantes con cinturón, se tiene esa misma probabilidad de muerte a 65 km/h (PIARC, 2003).



5. LÍMITE DE VELOCIDAD VRS. TIPO DE CARRETERA

5.1 Análisis de la efectividad de los dispositivos de control de velocidad

Se ha demostrado que el control de la velocidad es una medida efectiva y eficiente que reduce el número y gravedad de los accidentes. Se estima que la reducción de velocidad en 1,6 km/h puede reducir en promedio un 5% los accidentes, mientras que un aumento de la misma en 1,6 km/h puede aumentar accidentes en un 19 % en promedio (CONASET, 2008).

Según evidencia empírica, en varios países se ha determinado que el uso de tecnologías de control de velocidad es una medida adecuada para reducir los accidentes de tránsito. El caso de los fotorradars (cámaras de control de velocidad) es el que ha sido de mayor difusión y ha sido efectivo y eficiente para lograr un cambio de comportamiento en los usuarios, pues se ha logrado reducir la velocidad de circulación y como consecuencia, se ha disminuido el número de víctimas de accidentes.

El sistema de fotorradars presenta beneficios mayores a los costos incurridos en su implementación y operación. En Nueva Zelanda se ha encontrado que existe una relación costo-beneficio 1:8; mientras que para Inglaterra la relación es de 1:2,7 (Rizzi, 2009). De acuerdo con los datos indicados de relaciones costo-beneficio, se justifica el uso de este tipo de tecnología para disminuir la velocidad.

Es importante que ante la opinión pública, el uso de fotorradars se plantee como una herramienta que va en beneficio de la sociedad. Las medidas de control de velocidad deben acompañarse de esfuerzos en la educación vial y en campañas de información y concientización, dado que lo que se busca es que el usuario tenga un cambio de comportamiento que mejore la seguridad vial.

Es fundamental que los límites de velocidad reglamentados estén de acuerdo con el diseño geométrico, con las características del flujo de tránsito y el entorno de la carretera. Es muy posible que los chóferes ajusten la velocidad con la que conducen a sus necesidades de seguridad y movilidad, procesando la información que le es transmitida en la carretera y sus alrededores (PIARC, 2003).

Los factores que determinan la elección de la velocidad son la geometría de la carretera y las condiciones de tráfico (Echaveguren y Sáez, 2010). Las características de la carretera determinan lo que es físicamente posible para un vehículo e influyen en la percepción del conductor. Si el trazado de una carretera es básicamente plano y en recta con un amplio espacio visual, los conductores tenderán a viajar de conformidad con sus deseos de traslación, deseos que típicamente se asocian con velocidades mayores a las reglamentadas para las áreas urbanas.

Cuando los conductores perciben que las condiciones del camino son aptas para desarrollar altas velocidades y adicionalmente no discernen una causa justificada que los obligue a lo contrario (lluvias torrenciales, exceso tráfico, semovientes en la vía, etc) tenderán a transgredir cualquier límite de velocidad. Un estudio realizado por Mustyn y Sheppard (1980) estableció que más del 75% de los conductores afirmaban viajar a las velocidades que el tráfico o las condiciones de la calle le permitía, sin tener en cuenta la velocidad límite indicada.

Es necesario que exista una armonía entre la función de la carretera, las condiciones de tráfico, la geometría y el uso del suelo (ver Figura 1).

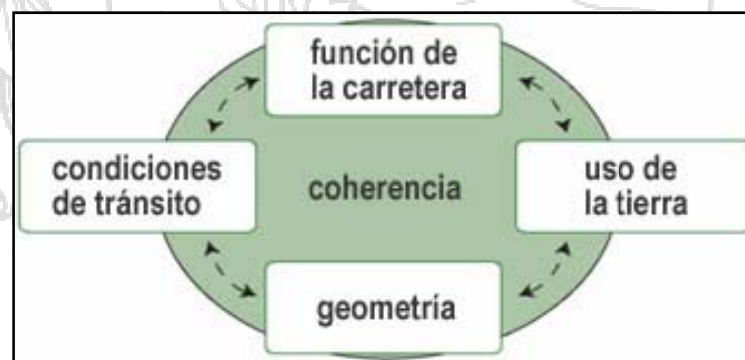


Figura N° 1: Factores a considerar en la planificación de una carretera.

Fuente: Manual de Seguridad Vial de la Asociación Mundial de las Carreteras (PIARC, 2003).



El límite de velocidad que se establezca en una carretera debe ser razonable y debe estar de acuerdo con la función de la carretera, las condiciones de tráfico, la geometría y el uso del suelo; de lo contrario, resulta poco creíble y más bien sirve para aumentar el número de infractores (Kraemer, et al., 2003).

Una herramienta útil para verificar la consistencia de diseños geométricos es hacer un perfil de velocidad. Para elaborarlo es necesario contar con modelos que describan adecuadamente relaciones entre la velocidad y la geometría y cambios de velocidad (Echaveguren, et al., 2010)

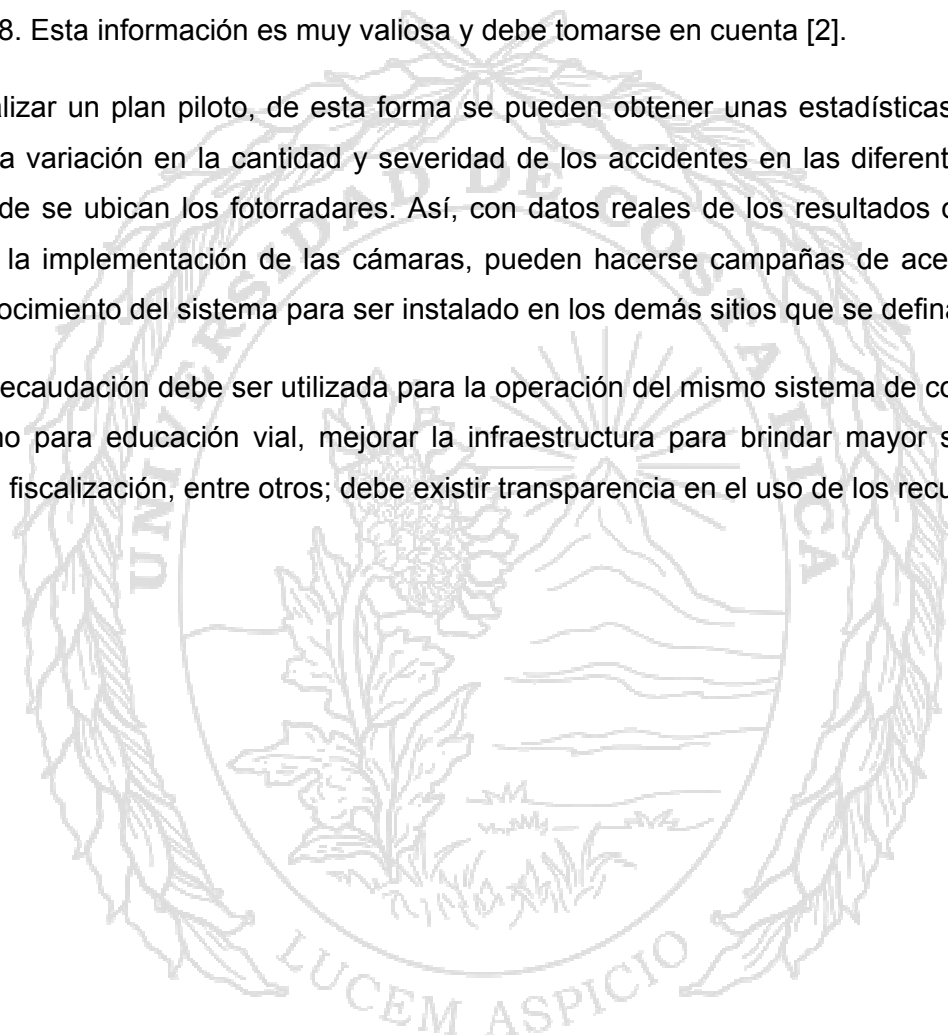
6. PROCEDIMIENTO PARA UNA CORRECTA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE FOTORRADARES

Para una adecuada implementación del sistema de fotorradares (cámaras de control de velocidad), se recomienda seguir los siguientes pasos:

1. Diagnóstico de la situación existente en Costa Rica en relación a cantidad de accidentes y causalidad asociada a la velocidad excesiva, identificación de sitios más problemáticos, estadísticas de infracciones que se realizan debido a que los usuarios sobrepasan los límites de velocidad, entre otros. Para esto es importante utilizar la mayor cantidad de información temporal existente, de modo que no se generen sesgos en la probabilidad o tendencia de ocurrencia de accidentes en cada uno de los sitios.
2. Definir la ubicación de los fotorradares de acuerdo con una planificación, basada en el diagnóstico; se podrían colocar en los sitios donde existe mayor tasa de accidentalidad debido al exceso de velocidad y algunos otros puntos definidos mediante criterios técnicos. Los fotorradares podrán irse cambiando de posición, según se requiera y se considere necesario. Para que el uso de los fotorradares sea preventivo y no represivo, los usuarios tendrán información de que las cámaras

estarán rotando de posición en ciertos tramos de carretera, pero no conocerán su ubicación exacta.

3. Hacer una revisión de los límites de velocidad en los sitios donde se van a colocar las cámaras, de modo que la velocidad reglamentaria sea adecuada y consistente con el diseño de la carretera. La Dirección General de Ingeniería de Tránsito (DGIT, 2009) llevó a cabo un Estudio de Velocidades en las Principales Rutas Nacionales en el año 2008. Esta información es muy valiosa y debe tomarse en cuenta [2].
4. Realizar un plan piloto, de esta forma se pueden obtener unas estadísticas iniciales de la variación en la cantidad y severidad de los accidentes en las diferentes zonas donde se ubican los fotorradars. Así, con datos reales de los resultados obtenidos con la implementación de las cámaras, pueden hacerse campañas de aceptación y conocimiento del sistema para ser instalado en los demás sitios que se definan.
5. La recaudación debe ser utilizada para la operación del mismo sistema de control, así como para educación vial, mejorar la infraestructura para brindar mayor seguridad vial, fiscalización, entre otros; debe existir transparencia en el uso de los recursos.





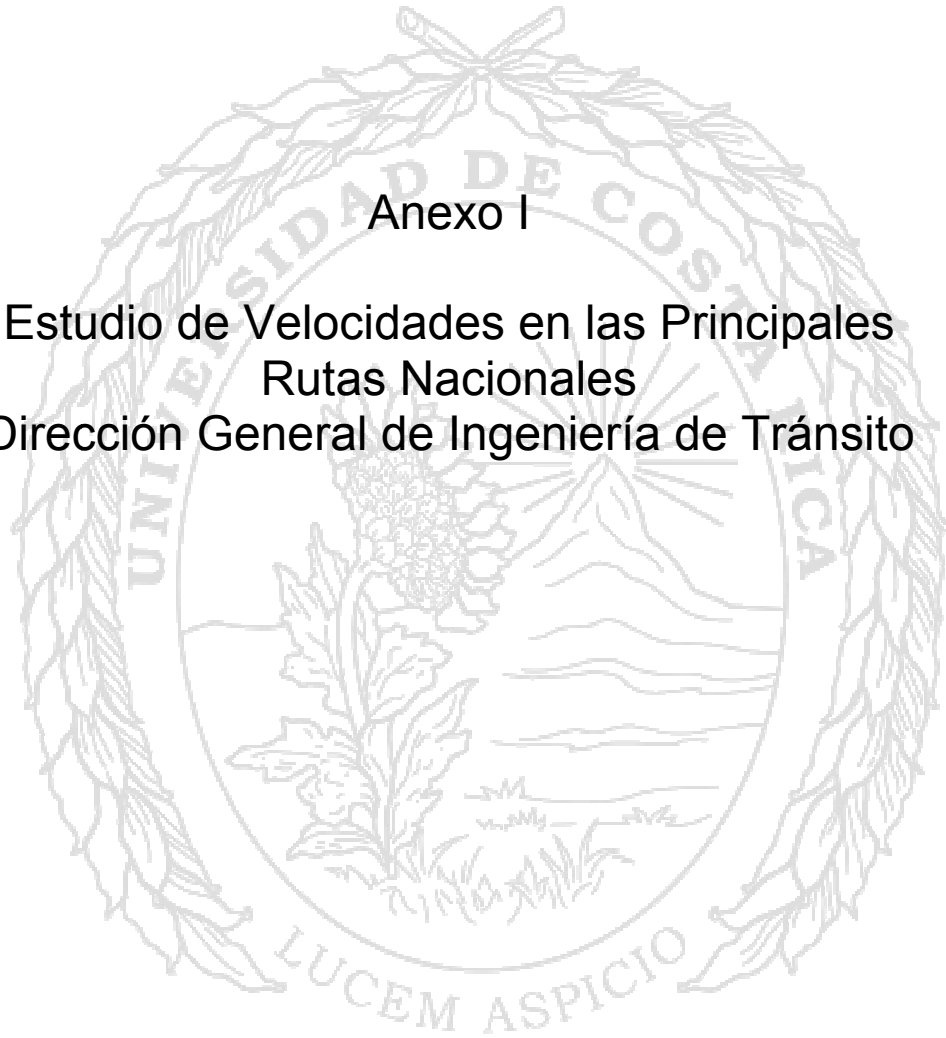
7. REFERENCIAS

- [1] Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito (CONASET), 2008. Apuntes del Curso de Seguridad Vial. Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile.
- [2] Dirección General de Ingeniería de Tránsito (DGIT), 2009. Estudio de Velocidades en las Principales Rutas Nacionales. Departamento de Estudios y Diseños. Costa Rica
- [3] Echaveguren, T., Vargas-Tejeda, S., Altamira, A., Riveros M., 2010. Perfiles de Velocidad: Una herramienta esencial para el Análisis de Consistencia. Congreso Iberoamericano de Seguridad Vial (CISEV).
- [4] Kraemer, C., Pardillo, J.M., Rocci S., Romana, M.G., 2003. Ingeniería de Carreteras, volumen 1. Editorial McGraw Hill.
- [5] MAPFRE, 2005. Estudio Accidentalidad peatonal en núcleos urbanos. Disponible en <http://www.mapfre.com/fundacion/es/seguridad-vial.shtml>.
- [6] Mustyn y Sheppard, D., 1980. A National Survey of Driver' Attitudes and Knowledge About Speed Limits, SR 548, *Transport and Road Research Laboratory*, Crowthorne, England.
- [7] Rizzi, L.I., 2009. Caso: Implementación en Chile de Tecnologías de Control de la Velocidad. Curso Externalidades de Transporte. Departamento de Ingeniería de Transporte y Logística Pontificia Universidad Católica de Chile.
- [8] World Road Association (PIARC), 2003. Road Safety Manual: Recommendations from the World Road Association. Vol. 1. Francia.



Anexo I

Estudio de Velocidades en las Principales Rutas Nacionales Dirección General de Ingeniería de Tránsito





Ministerio de Obras Públicas y Transportes

Dirección General de Ingeniería de Tránsito

Estudio de Velocidades en las Principales Rutas Nacionales

Preparado por:

Ing. Rony Rodríguez Vargas

Departamento de Estudios y Diseños.

Ing. Junior Araya Villalobos

Dirección General.

Marzo, 2009

Índice

ÍNDICE.....	2
1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.....	3
1.1 Introducción.....	3
1.2 Objetivo General.....	3
1.3 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Alcance y Limitaciones.....	4
2. MARCO TEÓRICO Y SELECCIÓN DE MUESTRA.....	5
2.1 Metodología.....	5
2.2 Selección de la Muestra.....	6
2.3 Selección de las Rutas.....	7
3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	8
4. CONCLUSIONES.....	10
5. BIBLIOGRAFÍA.....	10
ANEXO A. Hoja de Campo.....	11
ANEXO B. Mediciones de Velocidad.....	13

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.

1.1 Introducción.

Durante muchos años, los límites de velocidad establecidos en la Red Vial Nacional se han definido de conformidad con la experiencia y el sentido común de los ingenieros de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito. Sin embargo, en algunas ocasiones dichos límites no reflejan la realidad en las carreteras, ocasionando un irrespeto "involuntario" de los usuarios de las vías públicas.

Con las reformas recientemente aprobadas (23 de diciembre del 2008) a la Ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres, se incrementa la importancia de que las carreteras tengan adecuados límites de velocidad, ya que el irrespeto de esta regulación provoca infracciones cuantiosas para los conductores.

Por lo anterior, la Dirección General de Ingeniería de Tránsito se avocó a realizar estudios técnicos para definir los límites de velocidad en las principales rutas nacionales, y de esta forma poder actualizar el señalamiento vial que limita las velocidades en carretera.

1.2 Objetivo General.

Determinar las velocidades de operación y evaluar los límites de velocidad establecidos en las principales rutas nacionales de Costa Rica.

1.3 Objetivos Específicos.

- Realizar estudios de velocidad de punto en algunas de las rutas pertenecientes a la Red Vial Nacional.

- Analizar la información de campo para considerar la posibilidad de modificar los actuales límites velocidades en las rutas incluidas en el presente estudio.

1.4 Alcance y Limitaciones.

Debido a la gran cantidad de mediciones de campo que se tienen que realizar para actualizar los límites de velocidad en las carreteras, el presente estudio se limitó a realizar el análisis solamente en algunas rutas de la red vial nacional.

Las rutas incluidas en el presente análisis son las siguientes:

Número de Ruta	Descripción de la Ruta
1	Carretera Interamericana Norte
2	Carretera Interamericana Sur
3	San José-Atenas, por Heredia y Alajuela
10	Cartago - Turrialba
17	Barranca - Puntarenas
18	Abangares - Puente de La Amistad
21	Liberia - Nandayure
23	Barranca - Caldera
27	Autopista Próspero Fernández
32	Carretera Braulio Carrillo
34	Carretera Costanera
36	Limón - Bribri
39	Bulevar de Circunvalación
147	Radial Santa Ana - Belén
618	Quepos - Manuel Antonio

Los criterios para seleccionar las rutas se detallarán más adelante.

2. MARCO TEÓRICO Y SELECCIÓN DE MUESTRA.

El presente capítulo incluye una descripción de la metodología utilizada para determinar las velocidades de operación, así como los parámetros considerados para seleccionar las muestras y las rutas en estudio.

2.1 Metodología.

El procedimiento de recolección de datos de velocidad es el recomendado en el "Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito" (detallado en la bibliografía) para la determinación de la Velocidad de Punto, con las variaciones que se explican a continuación.

Se emplearon dos funcionarios, con formación técnica en estudios de tránsito, quienes situados dentro de un vehículo se encargaron de realizar y anotar las mediciones de velocidad. Estos técnicos se ubicaron en un lugar adecuado que les permitiera tanto realizar apropiadamente las mediciones como pasar desapercibidos para no alterar el comportamiento de los conductores. Se ubicaron en lugares donde las condiciones geométricas de la vía permitieran a los conductores desarrollar libremente la velocidad.

Las horas durante las cuales se realizó el estudio fueron aleatorias, de tal forma que parte de las mediciones se realizaron en horas de la mañana y otras en la tarde, pero en ambos casos fuera de la hora pico. Lo anterior con el objetivo de garantizar mejores condiciones de operación de las vías y tomando en consideración que dentro de la hora pico, a causa del congestionamiento vehicular, las condiciones de operación son más desfavorables y provocan una disminución en la velocidad.

Además de las mediciones de velocidad, también se recolectaron otros datos de importancia tales como condición del clima y la condición de la superficie de rodamiento, entre otros, con el fin de verificar la calidad de la información recolectada. En el Anexo A se presenta la hoja de datos de campo utilizada por los técnicos.

Dentro de los recursos de equipo y personal utilizados para este estudio destacan los siguientes:

- Dos radares debidamente calibrados, marca DECATUR modelo GENESIS-VP La fotografía N° 2.1 muestra el equipo antes mencionado.



Fotografía N° 2.1

- Nueve funcionarios entre técnicos y conductores.
- Cinco vehículos automotores.

Las mediciones de campo se realizaron en los meses de octubre y noviembre del año 2006.

En relación con la muestra estadística, ésta se definió en 30 mediciones como mínimo por sitio de medición, con el fin de mantener un comportamiento similar al de una distribución normal.

2.2 Selección de la Muestra.

Para la selección del tipo de muestra, se consideró principalmente que el tipo de vehículo medido fuera aleatorio, considerando la siguiente clasificación:

- Vehículos livianos del tipo sedan, de cuatro o cinco puertas.
- Vehículos de carga liviana.
- Vehículos de doble tracción.

- Microbuses.
- Vehículos de transporte público.
- Vehículos pesados.

2.3 Selección de las Rutas.

Tal y como se indicó en el apartado 1.3, el presente estudio no abarcó la totalidad de la Red Vial Nacional, pero se realizó una escogencia de las principales ruta de conformidad con los siguientes criterios:

- Su valor de TPD (**T**ránsito **P**romedio **D**iario).
- Características geométricas que permiten a los conductores desarrollar la velocidad que, subjetivamente, consideran segura y cómoda.
- Importancia a nivel regional.

De acuerdo con estos criterios, se seleccionaron las siguientes rutas:

Número de Ruta	Descripción de la Ruta
1	Carretera Interamericana Norte
2	Carretera Interamericana Sur
3	San José-Atenas, por Heredia y Alajuela
10	Cartago - Turrialba
17	Barranca - Puntarenas
18	Abangares - Puente de La Amistad
21	Liberia - Nandayure
23	Barranca - Caldera
27	Autopista Próspero Fernández
32	Carretera Braulio Carrillo
34	Carretera Costanera
36	Limón - Bribri
39	Bulevar de Circunvalación
147	Radial Santa Ana - Belén
618	Quepos - Manuel Antonio

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Una vez que se obtuvieron todas las mediciones de velocidad, se procedió a tabular la información para luego realizar la distribución de frecuencias acumulada, tal y como lo indica el procedimiento del manual antes mencionado. Posteriormente, se procedió a estimar el percentil 85 de las velocidades medidas en campo, o sea, la velocidad a la cual circula más del 85 % de los conductores de la muestra tomada.

Los resultados obtenidos de las mediciones de velocidad se presentan en el Anexo B del presente documento.

En primer lugar, se pudo evidenciar una tendencia de los conductores a superar las velocidades máximas permitidas. Lo anterior en vista de que prácticamente en la totalidad de las rutas evaluadas se obtuvo una velocidad mayor a la permitida por la señalización vial colocada en campo. Se estima que dicha diferencia en algunos casos es superior a los 20 kilómetros por hora, lo que según lo establecido en la Ley de Tránsito podría considerarse como velocidad temeraria.

El irrespeto a las velocidades máximas permitidas podría explicarse desde diversos enfoques, tal y como se detalla a continuación:

- La combinación de geometría de las vías con el aumento de la flota vehicular y el posible avance tecnológico en los motores, podría permitir un mayor desarrollo de potencia y, por ende, mayor velocidad sin que el conductor perciba la sensación de exceso.
- Otra explicación podría encontrarse en aspectos meramente culturales de los conductores costarricenses, quienes permanentemente irrespetan la señalización vial en carreteras. Eso explica que, aún en zonas escolares, se determinaron violaciones a los límites de velocidad de hasta noventa kilómetros por hora.

Cabe destacar que donde se detectaron velocidades superiores a los 100 kilómetros por hora fue en algunos tramos aislados, específicamente sobre la Carretera Interamericana Norte (Ruta N° 1), en la Autopista Bernardo Soto, la Ruta Nacional N° 21 (Liberia-Santa Cruz-Nicoya) en los alrededores del Aeropuerto Daniel Oduber Quirós, en la Carretera Interamericana Sur (Ruta Nacional N° 2) a la altura de Paso Real, y en la Ruta Nacional N° 618 entre Quepos y Manuel Antonio.

Para recomendar una velocidad máxima por tramo de ruta, se analizaron los siguientes aspectos:

- La velocidad de operación: velocidad a la que los conductores sienten comodidad y seguridad para transitar.
- La velocidad máxima permitida: velocidad establecida por la Dirección General de Ingeniería de Tránsito como límite máximo para transitar.
- Velocidad temeraria: velocidad definida por la Ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres. Se refiere a velocidades superiores a los ciento veinte kilómetros por hora o cuarenta kilómetros por hora o más de exceso sobre el límite de velocidad, para las vías en que el límite de velocidad establecido sea igual o superior a los cuarenta kilómetros por hora).

Con las mediciones de campo y los parámetros anteriores se definieron las velocidades máximas recomendadas, de tal manera que estuvieran en lo posible aproximadas a la velocidad de operación del tramo, pero siempre por debajo de lo que hasta hoy se considera velocidad temeraria y de acuerdo con las características geométricas y funcionales de la sección de vía.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Tal y como se mencionó en el apartado anterior, los resultados del presente estudio así como las recomendaciones para establecer los límites de velocidad en las principales rutas nacionales, se presentan en el Anexo B del presente documento.

Cabe destacar que en algunas rutas de dos carriles (un carril por sentido) sin separación física, se obtuvieron valores superiores a los ochenta kilómetros por hora para el percentil 85 de velocidades. Sin embargo, por aspectos de seguridad vial se recomendó el valor de velocidad máxima en 80 kilómetros por hora. En estos casos, se deben realizar estudios particulares para buscar soluciones que permiten reducir la velocidad de operación de los usuarios.


Otro aspecto a destacar con relación a los límites recomendados en el Anexo B del presente estudio, es la exclusión de dichos datos en las zonas escolares, intersecciones, cercanías a centros de población por los que cruzan las rutas evaluadas, tramos en los que establecerá la velocidad restringida de conformidad con los criterios técnicos de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito o bien, por lo establecido en la legislación vigente.

5. BIBLIOGRAFÍA.


Box Paúl C y Oppenlander Joseph C. **“Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito”**. Editorial Representaciones y Servicios de Ingeniería”, S.A.: México, 1985.

ANEXO A

HOJA DE CAMPO



Ministerio de Obras Públicas y Transportes
Dirección General de Ingeniería de Tránsito
Estudio de Velocidad



Hoja N° _____

Técnico responsable: _____

Ruta No. _____ Ubicación _____

Tramo _____

Sentido 1-2 2-1

Velocidad máxima KPH Velocidad percentil 85 KPH

Condición del clima		Condición del pavimento		Hora de inicio: <input type="text"/>	
Soleado:	<input type="text"/>	Bueno:	<input type="text"/>	Hora final: <input type="text"/>	
Lluvia:	<input type="text"/>	Regular:	<input type="text"/>		
Neblina:	<input type="text"/>	Malo:	<input type="text"/>		

No.	Velocidad KPH	Tipo de Vehículo	No.	Velocidad KPH	Tipo de Vehículo	No.	Velocidad KPH	Tipo de Vehículo
1			11			21		
2			12			22		
3			13			23		
4			14			24		
5			15			25		
6			16			26		
7			17			27		
8			18			28		
9			19			29		
10			20			30		

L = liviano; P = Pesado (más de 4 llantas)

CROQUIS Y OBSERVACIONES

ANEXO B

MEDICIONES DE VELOCIDAD

RUTA NACIONAL N°1.

UBICACIÓN	Kilometraje (km)	Sentido 1-2		Sentido 2-1		PROPUESTA	
		Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida	
						Sentido 1-2 km/h	Sentido 2-1 km/h
Autopista General Cañas	5,5	90	93	90	100	90	90
	10,8	90	106	90	118	90	90
	17,7	80	95	80	96	90	90
Carretera Bernardo Soto	23,1	60	105	60	103	80	80
	28,9	60	90	60	93	80	80
	34,5	60	104	60	90	80	80
	40	80	87	80	84	80	80
	45,1	60	85	60	82	80	80
	50,1	80	83	80	81	80	80
	55,8	80	80	80	87	80	80
	61,1	80	85	80	84	80	80
Cerro Cambroneró	68,6	60	69	60	57	60	60
	78,8	60	86	60	76	60	60
	83,8	60	79	60	78	60	60
Puntarenas	93,1	60	80	60	86	80	80
	102,6	60	77	60	77	80	80
	111,6	60	81	60	77	80	80
	117	80	79	80	80	80	80
Puntarenas - Liberia	122,1	80	81	80	84	80	80
	127,1	80	82	80	82	80	80
	132,4	60	86	60	99	80	80
	137,8	80	97	80	97	80	80
	143,4	60	87	60	88	80	80
	150,1	60	85	60	90	80	80
	155,3	60	86	60	95	80	80
	161,3	60	88	60	88	80	80
	166,7	80	85	80	92	80	80
	171,7	60	84	60	81	80	80
	176,7	60	89	60	90	80	80
	181,7	60	89	60	75	80	80
	188,7	80	90	80	80	80	80
	195	80	83	80	86	80	80
	200	60	73	60	80	80	80
	205	60	90	60	90	80	80
	210,3	60	91	60	85	80	80
215,9	60	88	60	78	80	80	
221,9	60	82	60	80	80	80	
227,3	60	90	60	90	80	80	

	232,4	60	82	60	74	80	80
	237,5	60	78	60	88	80	80
	242,5	80	86	80	89	80	80
	247,7	60	79	60	90	60	60
	252,7	60	68	60	73	60	60
	257,7	60	83	60	79	80	80
	263,1	80	90	80	90	80	80
	268,1	80	87	80	94	80	80
	273,9	80	84	80	85	80	80
	279,1	80	107	80	98	80	80
	284,1	60	93	60	92	80	80
	289,2	80	86	80	98	80	80
	294,2	80	95	80	85	80	80
	300,6	80	90	80	90	80	80
	305,6	60	91	60	88	80	80
	310,6	80	90	80	81	80	80
	316,9	60	77	60	77	80	80
	327,6	60	84	60	84	80	80
	332,6	60	79	60	79	80	80

RUTA NACIONAL N°2.

UBICACIÓN	Kilometraje (km)	Sentido 1-2		Sentido 2-1		PROPUESTA	
		Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida	
						Sentido 1-2 km/h	Sentido 2-1 km/h
Tres Ríos	17	60	84	60	95	80	90
	22	60	91	60	87	90	90
Taras	26,1	60	80	60	77	80	80
	29,3	60	66	60	59	60	60
El Guarco	39	50	69	60	71	70	70
	44	50	57	50	71	60	60
El Empalme	49	50	75	68	70	70	70
	54	60	67	67	60	60	60
	59	60	79	60	66	60	60
	69	50	65	50	90	60	60
Chespirititos	74	50	83	50	70	70	70
	79	50	63	50	50	60	60
	89	50	82	50	79	80	80
Cerro de la Muerte	94	50	71	50	82	80	80
	99	50	78	50	70	80	70
Pérez Zeledón	104	40	68	40	63	70	60

	109	40	66	40	67	70	70
	114	40	77	40	79	80	80
	119	40	83	40	75	80	80
	124	40	83	40	76	80	80
	129	40	73	40	71	80	80
	134	80	80	80	84	80	80
Buenos Aires	139	80	86	80	86	80	80
	144	80	78	80	86	80	80
	149	80	87	80	92	80	80
	149	60	79	60	80	60	80
	154	40	83	40	86	80	80
	159	80	89	80	94	80 (*)	80 (*)
	166	80	84	80	100	80 (*)	80 (*)
	171	80	94	80	93	80 (*)	80 (*)
	176	80	92	80	97	80 (*)	80 (*)
	181	80	91	80	93	80 (*)	80 (*)
	186	80	85	80	98	80 (*)	80 (*)
	191	80	84	80	88	80 (*)	80 (*)
	204	60	80	60	85	80	80
	209	80	86	80	99	80	80 (*)
	216	80	87	80	90	80	80 (*)
	220	80	83	80	89	80	80 (*)
221	80	87	80	92	80	80 (*)	
226	80	84	80	89	80	80 (*)	
Paso Real	231	80	90	80	88	80 (*)	80 (*)
	244	80	91	80	84	80 (*)	80
	251	80	90	80	96	80 (*)	80 (*)
	256	80	97	80	91	80 (*)	80 (*)
	261	60	65	60	75	60	80
	266	80	87	80	85	80	80
	271	60	81	60	81	80	80
	275	80	89	80	92	80	80
	280	80	100	80	89	80	80
	285	60	90	60	88	80	80
Palmar Norte	274	80	95	80	91	80	80
	280	80	83	80	85	80	80
	285	80	90	80	94	80	80
	285	80	90	80	96	80	80
	285	60	92	60	94	80	80
	285	60	86	60	76	80	80
	285	60	93	60	94	80	80
	285	60	85	60	83	80	80
302	80	89	80	90	80	80	
Chacarita	302	80	94	80	87	80	80

	302	60	92	60	92	80	80
	302	60	94	60	89	80	80
Río Claro	302	60	74	60	80	80	80
	321	80	92	80	93	80	80
Golfito	322	80	89	80	86	80	80
	324	80	81	80	80	80	80
	324	80	93	80	91	80 (*)	80 (*)
	324	80	94	80	88	80	80
	324	60	65	60	95	60	80
	328	80	86	80	86	80	80
	330	40	76	40	78	80	80
	333	60	72	60	81	80	80
	331	60	65	60	74	60	60
	335	80	84	80	81	80	80
	338	80	81	80	86	80	80
	341	80	84	80	89	80	80
	343	60	80	60	87	80	80
	346	80	89	80	91	80	80
	348	80	86	80	85	80	80
Canoas	349	80	89	80	88	80	80

(*) En estos tramos se obtuvieron velocidades de percentil 85 superiores a los ochenta kilómetros por hora, sin embargo por aspectos de seguridad vial se recomienda restringir la velocidad máxima en 80 km/h.

RUTA NACIONAL N°3.

UBICACIÓN	Kilometraje (km)	Sentido 1-2		Sentido 2-1		PROPUESTA	
		Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida	
						Sentido 1-2 km/h	Sentido 2-1 km/h
Heredia-Alajuela	11,7	40	66	40	63	60	60
La Garita	12,5	40	62	40	57	60	60
	24,3	40	74	40	82	60	60
	26,3	40	82	40	80	80	80
Turrucares	32,1	60	67	60	72	60	60
Atenas	36,9	60	78	60	84	80	80
	39,9	40	68	40	73	60	60
	41,6	40	72	40	69	60	60
	41,6	60	73	60	78	60	60
Orotina	64,8	60	78	60	81	80	80
	64,8	80	88	80	82	80	80

RUTA NACIONAL N°4.

UBICACIÓN	Kilometraje (km)	Sentido 1-2		Sentido 2-1		PROPUESTA	
		Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida	
						Sentido 1-2 km/h	Sentido 2-1 km/h
5,6 Km de Upala	5,6	-	84	-	83	80	80
16,6km a Upala	11,3	-	80	-	68	80	80
Río Achiote, El Valle	17	-	75	-	77	80	80
400 este de Río Celeste	25	-	76	-	87	80	80
	31,4	-	87	-	83	80	80
	42,9	60	92	60	97	80 (*)	80 (*)
	51,4	-	79	-	89	80	80 (*)
	59,1	60	75	60	80	80	80
	67,7	-	72	-	78	80	80
	73,7	60	89	-	84	80 (*)	80
	79,5	60	96	-	94	80 (*)	80 (*)
	86,7	-	89	75	89	80 (*)	80 (*)
	92,2	60	82	60	90	80 (*)	80 (*)
	99,3	60	74	60	83	80	80
Lubricentro	106	60	70	60	78	80	80
	116,5	60	85	60	90	80 (*)	80 (*)
Río Cuarto	127,3	75	80	75	88	80	80
San Miguel de Sarapiquí	134,2	60	78	60	80	80	80
Pozo Azul	139,2	40	75	40	93	80	80
La Quinta Country Inn	144,6	60	79	40	74	80	80
	151,8	40	84	40	80	80	80
	159,2	40	70	40	75	80	80
Puente Río Tigre	165,6	40	90	60	87	80 (*)	80 (*)
Santa Clara	171	80	90	80	83	80	80
Cuatro Esquinas	176,5	80	83	80	84	80	80
Tanque Nazareth	181,6	80	77	80	91	80	80
	186,7	80	89	80	90	80 (*)	80 (*)

(*) En estos tramos se obtuvieron velocidades de percentil 85 superiores a los ochenta kilómetros por hora, sin embargo por aspectos de seguridad vial se recomienda restringir la velocidad máxima en 80 km/h.

RUTA NACIONAL N°8.

UBICACIÓN	Kilometraje (km)	Sentido 1-2		Sentido 2-1		PROPUESTA	
		Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida	
						Sentido 1-2 km/h	Sentido 2-1 km/h
COVAO	0,4	-	62	-	56	60	60
Puente Bayli - Fábrica de Papas	5,4	-	68	-	70	70	70
Rest. Mi Tierra-INA	10,4	-	58	-	69	60	60
Fte. Señal vertical	19,7	-	50	-	50	50	50
Mirador Barrio Fátima	35,8	50	53	50	63	50	60

RUTA NACIONAL N°10.

UBICACIÓN	Kilometraje (km)	Sentido 1-2		Sentido 2-1		PROPUESTA	
		Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida	
						Sentido 1-2 km/h	Sentido 2-1 km/h
Paraiso	5	60	64	60	62	60	60
	10	60	62	60	55	60	60
Birrisito	15	60	51	60	60	60	60
Cervantes	19,8	60	74	60	69	60	60
	24,8	60	76	60	72	80	80
Juan Viñas	29,8	60	65	60	67	60	60
	34,8	60	69	60	77	60	80

RUTA NACIONAL N°17.

UBICACIÓN	Kilometraje (km)	Sentido 1-2		Sentido 2-1		PROPUESTA	
		Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida	
						Sentido 1-2 km/h	Sentido 2-1 km/h
Barranca	0	-	-	-	-	-	-
	0	-	61	-	62	60	60
	5	-	54	-	76	60	80
El Roble	15	-	69	-	62	60	60
Chacarita	27	-	69	-	65	60	60
	43	-	66	-	-	-	-

RUTA NACIONAL N°18.

UBICACIÓN	Kilometraje (km)	Sentido 1-2		Sentido 2-1		PROPUESTA	
		Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida	
						Sentido 1-2 km/h	Sentido 2-1 km/h
Abangares	6	-	95	-	90	80 (*)	80(*)
	16,5	-	86	-	81	80 (*)	80(*)
Limal	28,5	-	96	-	87	80 (*)	80(*)
	39,3	-	98	-	81	80 (*)	80(*)
	49,9	-	84	-	90	80 (*)	80(*)
Pueblo Viejo	53,9	-	76	-	86	80	80

(*) En estos tramos se obtuvieron velocidades de percentil 85 superiores a los ochenta kilómetros por hora, sin embargo por aspectos de seguridad vial se recomienda restringir la velocidad máxima en 80 km/h.

RUTA NACIONAL N°21.

UBICACIÓN	Kilometraje (km)	Sentido 1-2		Sentido 2-1		PROPUESTA	
		Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida	
						Sentido 1-2 km/h	Sentido 2-1 km/h
Lepanto	0	-	-	-	-	-	-
	5,2	-	47	-	43	40	40
Jicaral	11,2	-	71	-	70	80	80
	21,2	-	84	-	76	80	80
	29,7	-	70	-	79	80	80
Nicoya	39,2	-	78	-	78	80	80
	44,2	-	74	-	73	80	80
	53,7	-	90	-	92	80	80
	58,7	-	80	-	86	80	80
Santa Cruz	64,1	-	85	-	76	80	80
	70,1	-	87	-	87	80	80
	75,9	-	76	-	79	80	80
	81	-	72	-	71	80	80
	86,5	-	80	-	88	80	80
Carrillo	91,9	-	88	-	90	80	80
	96,9	-	88	-	82	80	80
	102	-	84	-	85	80	80
Filadelfia	107	-	86	-	89	80	80
Liberia	112,1	-	82	-	81	80	80
	116,3	-	92	-	85	80	80

	121,3	-	84	-	81	80	80
	126,3	-	89	-	107	80	80
	130,8	-	97	-	91	80	80
	136,1	-	91	-	81	80	80

RUTA NACIONAL N°23.

UBICACIÓN	Kilometraje (km)	Sentido 1-2		Sentido 2-1		PROPUESTA	
		Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida	
						Sentido 1-2 km/h	Sentido 2-1 km/h
Caldera	0	-	-	-	-	-	-
	1,6	-	96	-	84	80	80
	7,5	-	80	-	83	80	80
Barranca	9,4	-	72	-	78	80	80
	11	-	74	-	72	80	80

RUTA NACIONAL N°27.

UBICACIÓN	Kilometraje (km)	Sentido 1-2		Sentido 2-1		PROPUESTA	
		Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida	
						Sentido 1-2 km/h	Sentido 2-1 km/h
Sabana	0	-	-	-	-	-	-
	0,5	-	84	-	91	80	90
Escazú	5,5	-	97	-	98	90	90
Belén	10,5	-	95	-	95	90	90
Santa Ana	16,4	-	75	-	80	80	80
Ciudad Colón	19,7	-	65	-	80	60	80
Orotina	20,5	-	77	-	75	80	80
	26,1	-	76	-	72	80	80
	32,1	-	80	-	69	80	80
Caldera	38,3	-	88	-	82	80	80
	43,7	-	81	-	76	80	80

RUTA NACIONAL N°32.

UBICACIÓN	Kilometraje (km)	Sentido 1-2		Sentido 2-1		PROPUESTA	
		Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida	
						Sentido 1-2 km/h	Sentido 2-1 km/h
	0	-	-	-	-	-	-
San José	1,5	80	91	80	93	80	80
	6,6	-	86	80	82	80	80
	76,6	80	87	60	90	80	80
	90,6	80	89	80	88	80	80
	102,6	60	85	60	75	80	80
Guápiles	227,2	60	70	60	72	60	60
	341,7	60	-	60	79	60	80
	448,7	75	90	75	85	80	80
	548,1	40	87	80	82	80	80
	641,9	80	78	80	79	80	80
	731,7	60	78	60	71	80	80
Siquirres	813,2	-	75	-	85	80	80
	887,1	60	73	60	72	80	80
	955,5	80	75	80	86	80	80
	1018,7	60	90	60	75	80	80
	1076,2	60	71	60	85	80	80
	1156,2	79	80	80	75	80	80
	1194	80	82	80	91	80	80
Limón	1225	80	84	80	86	80	80
	1249,9	40	83	80	89	80	80
	1269,3	80	98	80	86	80	80
	1283,1	80	83	80	86	80	80
	1291,5	80	80	80	71	80	80

RUTA NACIONAL N°34.

UBICACIÓN	Kilometraje (km)	Sentido 1-2		Sentido 2-1		PROPUESTA	
		Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida	
						Sentido 1-2 km/h	Sentido 2-1 km/h
Jaco	24	80	88	80	82	80	80
	30,8	60	81	80	91	80	80
	34,6	80	95	80	83	80	80
	36,6	60	90	60	87	80	80
	45,2	60	77	60	89	80	80

Herradura	51,9	60	80	60	81	80	80
	53,6	60	78	60	75	80	80
Quepos	57,6	60	80	60	77	80	80
	64,1	80	81	80	78	80	80
	70,1	60	95	60	103	80	80
	75,4	80	100	80	101	80	80
	79,4	80	86	80	81	80	80
	84	80	92	80	90	80	80
Parrita	87,3	40	80	40	80	80	80
	94	60	75	60	84	80	80
	99	40	67	40	68	60	60
	101	60	85	60	83	80	80
Dominical	118	40	56	40	57	60	60
Palmar Norte	122	80	85	80	89	80	80
Ciudad Cortez	127	60	96	60	98	80	80
	133	80	95	80	106	80	80
	146	80	93	80	95	80	80
	155	60	94	80	96	80	80
Palmar Norte	168	80	106	80	96	80	80
	170	80	85	80	97	80	80
	175	80	85	80	97	80	80
	180	80	93	80	93	80	80
	194	80	81	80	94	80	80
	204	80	82	80	86	80	80

RUTA NACIONAL N°36.

UBICACIÓN	Kilometraje (km)	Sentido 1-2		Sentido 2-1		PROPUESTA	
		Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida	
						Sentido 1-2 km/h	Sentido 2-1 km/h
Limón	0	-		-	-	-	-
	10	40	74	60	71	60	60
	56,5	-	80	-	81	80	80
Getsemani	35	-	81	-	81	80	80
Pensurt	39	-	90	-	88	80	80
	40	-	87	-	86	80	80
	42	-	71	-	78	80	80
BriBri	52	-	86	-	90	80	80
	58	-	80	-	74	80	80
Home Creek (Río BriBri)	86	-	82	-	82	80	80

RUTA NACIONAL N°39.

UBICACIÓN	Kilometraje (km)	Sentido 1-2		Sentido 2-1		PROPUESTA	
		Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida	
						Sentido 1-2 km/h	Sentido 2-1 km/h
Gallito	0	-	-	-	-	-	-
	1,5	60	72	60	72	80	80
San Pedro	3,2	60	92	70	78	80	80
Y Griega	4,6	60	83	60	85	80	80
Paso Ancho	6,5	60	85	40	73	80	80
San Sebastián	8,4	60	81	80	82	80	80
Hatillo	12	60	83	80	80	80	80
Hatillo 8	12	60	83	60	85	80	80
Monumento al Agua	12	60	92	60	84	80	80
Burger King La Uruca	15	60	88	60	85	80	80

RUTA NACIONAL N°147.

UBICACIÓN	Kilometraje (km)	Sentido 1-2		Sentido 2-1		PROPUESTA	
		Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida	
						Sentido 1-2 km/h	Sentido 2-1 km/h
2 km Ruta 27	0	-	-	-	-	-	-
	2	-	63	-	60	60	60
Cruz Roja Santa Ana	4	-	62	-	66	60	60

RUTA NACIONAL N°618.

UBICACIÓN	Kilometraje (km)	Sentido 1-2		Sentido 2-1		PROPUESTA	
		Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida km/h	Percentil 85 km/h	Velocidad Permitida	
						Sentido 1-2 km/h	Sentido 2-1 km/h
Manuel Antonio	1	60	96	60	91	80	80
	2,5	60	90	60	91	80	80
	5,5	60	103	60	86	80	80