

**Diana Jiménez-Romero\***

diana.jimenez@ucr.ac.cr

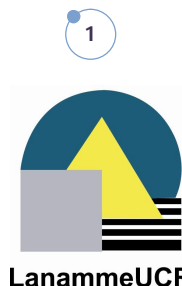
Unidad de Seguridad Vial y Transporte – LanammeUCR

Javier Zamora Rojas, Erick Acosta Hernández

javier.zamorarojas@ucr.ac.cr, erick.acostahernandez@ucr.ac.cr

Unidad de Seguridad Vial y Transporte – LanammeUCR

**TEMA: Control de velocidad mediante cámaras en Costa Rica  
EJE TEMÁTICO: INFRAESTRUCTURA VIAL Y EQUIPAMIENTO**



### Resumen

Este trabajo tiene como objetivo mejorar los criterios técnicos utilizados en la implementación de sistemas de control de velocidad en carreteras y de esta manera coadyuvar en la correcta inversión de recursos públicos destinados a la gestión de velocidad. Como producto final de este trabajo se entrega un procedimiento a seguir para la correcta implementación, desde el punto de vista técnico, del sistema de cámaras para controlar la velocidad. Se estudia el caso particular de un tramo donde se colocó una cámara para el control de velocidad en la Carretera Florencio del Castillo (Ruta Nacional N°2) en Costa Rica.

Se revisaron las características del entorno que podrían afectar la velocidad de operación de los vehículos en el tramo de estudio, así como el uso del suelo. Se hizo un inventario de las señales colocadas y se identificaron los tramos donde la velocidad es restringida. Se realizaron mediciones de velocidad de operación en cuatro puntos para obtener un perfil de velocidad. Se compararon los valores de velocidad de operación con los límites de velocidad establecidos mediante señalamiento horizontal y vertical.

Como resultado del estudio, se observaron inconsistencias entre la velocidad de operación y los límites de velocidad establecidos. Esto se debe a que el diseño de la carretera permite desarrollar velocidades mayores a las permitidas, de una manera que se percibe segura para el usuario. El hecho de colocar señales que restrinjan la velocidad y el uso de cámaras de control de velocidad no es suficiente para que los usuarios disminuyan la velocidad.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se recomienda que como complemento al uso de un sistema de control, se implementen otras medidas para reducir efectivamente la velocidad de operación. Debe darse todo un proceso previo, y durante la ejecución del proyecto, para informar y educar a la población sobre la importancia y objetivo del uso de estos sistemas de control.

\*Autora de correspondencia

## **I. Introducción**

El exceso de velocidad es una de las principales causas asociadas con la ocurrencia de accidentes, ha contribuido en aproximadamente el 30% de los accidentes automovilísticos en los últimos 10 años (FHWA, 2008). 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).

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 las 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.

A manera de ejemplo, en Scottsdale Arizona, con la implementación de un sistema de cámaras, se logró una disminución de la velocidad media de más de 9 km/h y una reducción del 50% de los accidentes en general y del 40% de accidentes relacionados con lesiones (Washington, et al., 2007). En Cambridgeshire, Reino Unido, los accidentes con lesiones se redujeron un 46% (Hess, 2004).

El sistema de cámaras para controlar velocidad 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 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.

**III Congreso Ibero-Americano de Seguridad Vial  
12 al 16 de junio de 2012. Bogotá, Colombia**

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).

En el presente documento se detalla el procedimiento recomendado para la implementación del sistema de cámaras para el control de velocidad, se describe la metodología utilizada para analizar el caso particular del tramo de la Ruta Nacional N°2, se hace un resumen de las conclusiones y se describen las principales recomendaciones del estudio.

3



LanammeUCR

## **II. Procedimiento a seguir para la correcta implementación del sistema de cámaras para controlar la velocidad**

El procedimiento que se describe se refiere a aspectos técnicos que deben tomarse en cuenta al instalar un sistema de cámaras para el control de velocidad. No es el objetivo de este trabajo, detallar los requerimientos legales o financieros de un proyecto de esta naturaleza.

### **Paso 1. Realizar un diagnóstico de la situación existente en relación a cantidad de accidentes y causalidad asociada a la velocidad excesiva.**

El exceso de velocidad está relacionado con los accidentes de tránsito y constituye el indicador más directo de un problema de seguridad vial en un lugar determinado (FHWA, 2008). Existen relaciones directas entre la velocidad y la probabilidad de accidente (Aarts y Van Schagen, 2006) y entre la velocidad y el nivel de la lesión en un accidente (Bowie y Walz, 1994).

De acuerdo con lo anterior, se recomienda un análisis de accidentalidad mediante el cual se identifique la cantidad y severidad de los accidentes asociados a transitar excediendo los límites de velocidad reglamentarios. 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.

El riesgo de accidente se puede determinar a partir de estadísticas de accidentes, los patrones de accidentes (por ejemplo, de temporada o la hora del día) y otros factores tales como el porcentaje de vehículos que exceden la velocidad, volumen de tráfico, y la influencia de los otros factores (FHWA, 2008).

En caso de que no se cuente con una base de datos que permita correlacionar el accidente con la causa de velocidad excesiva, pero que se sepa por otras fuentes (habitantes de la zona, medios de comunicación, etc.) que los accidentes que ocurren en un tramo están asociados al exceso de velocidad, es recomendable realizar una verificación exhaustiva de las condiciones de velocidad de operación y el entorno de la vía, mediante un estudio de campo.

### **Paso 2. Definir la ubicación de las cámaras de control de velocidad de acuerdo con una planificación y un diagnóstico.**

La selección del sitio adecuado es esencial para lograr el mayor beneficio del sistema de control de velocidad. Los sitios prioritarios deben ser donde exista mayor riesgo de accidentes relacionados con el exceso de velocidad (FHWA, 2008).

Las cámaras de control de velocidad 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.

Podrían existir cámaras con ubicación fija y otras podrían irse cambiando de posición, según se requiera y se considere necesario. Para que el uso de las cámaras sea preventivo y no represivo, los usuarios deberán tener información de que las cámaras estarán rotando de posición en ciertos tramos de carretera, pero no conocerán su ubicación exacta, de modo que respeten los límites de velocidad en todos los tramos monitoreados.

### **Paso 3. Hacer una revisión de los límites de velocidad en los sitios donde se van a colocar las cámaras.**

Los límites de velocidad establecidos deben ser adecuados y consistentes con el diseño de la carretera. Es recomendable contar con perfiles de velocidad de diseño y de operación, con el fin de realizar un análisis de consistencia y mejorar el trazado existente, si es que corresponde. También se recomienda instalar el señalamiento vertical y horizontal adecuado.

Los aspectos a considerar se detallan a continuación:

- **Consistencia de velocidad**

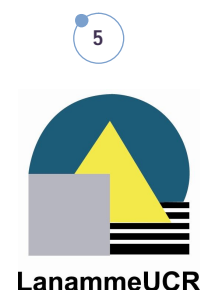
Los límites de velocidad establecidos deben ser adecuados, de acuerdo a las condiciones del entorno y del diseño geométrico.

Se recomienda hacer un perfil de velocidad en el tramo de influencia del sistema de control de velocidad. Investigaciones han demostrado que al instalar un sistema de cámaras, la mayor reducción de velocidad se da en el sitio donde se ubica la cámara y esta reducción va siendo menor conforme se aleja de dicho sitio (Champness et al., 2005; Hess, 2004; Keenan, 2004; Winnett, 2003).

- **Señalización para el control de velocidad**

Las señales de límite de velocidad deben ser claramente visibles, su tamaño, ubicación y el espaciamiento tanto de las señales de límite de velocidad y como de las de "velocidad restringida adelante" deben ser de acuerdo al Manual de Dispositivos de Control de Tránsito.

En la sección III de este informe se detallan las actividades realizadas para completar el Paso 3, en el caso particular de estudio.



#### **Paso 4. Realizar un plan piloto y campañas informativas**

El objetivo del plan piloto es analizar el funcionamiento inicial del sistema y obtener algunas estadísticas iniciales de la variación en la cantidad y severidad de los accidentes en las zonas donde se ubican las cámaras, así como de la variación en la velocidad de operación. Con base en 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.

Las campañas de información deberían comenzar varios meses antes del inicio de la operación del sistema de cámaras, pero es importante reforzarlas haciendo de conocimiento público los resultados positivos logrados con la implementación del sistema.

Las medidas de control de velocidad deben acompañarse de esfuerzos en 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. Debe cambiarse la actitud de los usuarios, en el sentido que tomen conciencia que el exceso de velocidad es peligroso e inaceptable socialmente.

Es útil recopilar estadísticas antes de la campaña para tener un punto de comparación, dado que la campaña puede influir en el comportamiento del conductor (FHWA, 2008).

Ante la opinión pública, el uso de cámaras para el control de velocidad debe plantearse como una herramienta que va en beneficio de la sociedad pues tiene el objetivo de reducir lesiones y accidentes por exceso de velocidad. Debe informarse a los usuarios que el objetivo de un sistema de cámaras para el control de velocidad es mejorar la seguridad vial y no la generación de ingresos. Por lo tanto, el castigo o la multa sería un elemento secundario en la operación del sistema.

Otro elemento que se debe comunicar al usuario es el uso que se le va a dar a los recursos que se obtengan de las multas que se cobre por exceso de velocidad. La recaudación debería utilizarse 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.

#### **Paso 5. Realizar monitoreo y seguimiento al sistema**

Para poder realmente evaluar la efectividad del sistema en la disminución de la velocidad de operación y en las tasas de accidentabilidad por alta velocidad en un tramo, se requiere información de varios años para que la muestra sea representativa; por lo que debe llevarse un registro de las estadísticas de accidentes, perfiles de velocidad y otros indicadores a lo largo de la vida del proyecto. La información debe analizarse para monitorear que se cumpla el objetivo del sistema de cámaras: mejorar la seguridad vial.

### **III. Caso de estudio**

El caso corresponde a un tramo donde se colocó una cámara para el control de velocidad en la Carretera Florencio del Castillo (Ruta Nacional N°2) en Costa Rica.

En lo que se refiere al **Paso 1 y Paso 2** del procedimiento planteado en la sección anterior, correspondió a la Administración hacer el diagnóstico de accidentalidad y definir la ubicación de la cámara. La información facilitada para este trabajo indica la cantidad de accidentes totales que han ocurrido en el tramo, pero no permite determinar la causa de los accidentes; de modo que con base en los datos suministrados no se pudo determinar si el exceso de velocidad influyó en la ocurrencia de accidentes.

Para el desarrollo del **Paso 3**, se llevaron a cabo las siguientes tareas:

7



LanammeUCR

## 1. Delimitación del área de estudio

Para la presente investigación, se definió como área de estudio un tramo de aproximadamente 4 km (según se muestra en la Figura 1). El estudio se realizó en el sentido Cartago-San José, dado que en ese sentido de circulación se aplica el control de velocidad mediante cámaras.

En la Figura 1, se indican los límites de velocidad establecidos en el tramo de estudio, así como la ubicación de la cámara de control de velocidad y los 4 puntos en que se hicieron mediciones de velocidad de operación para obtener un perfil de velocidad.

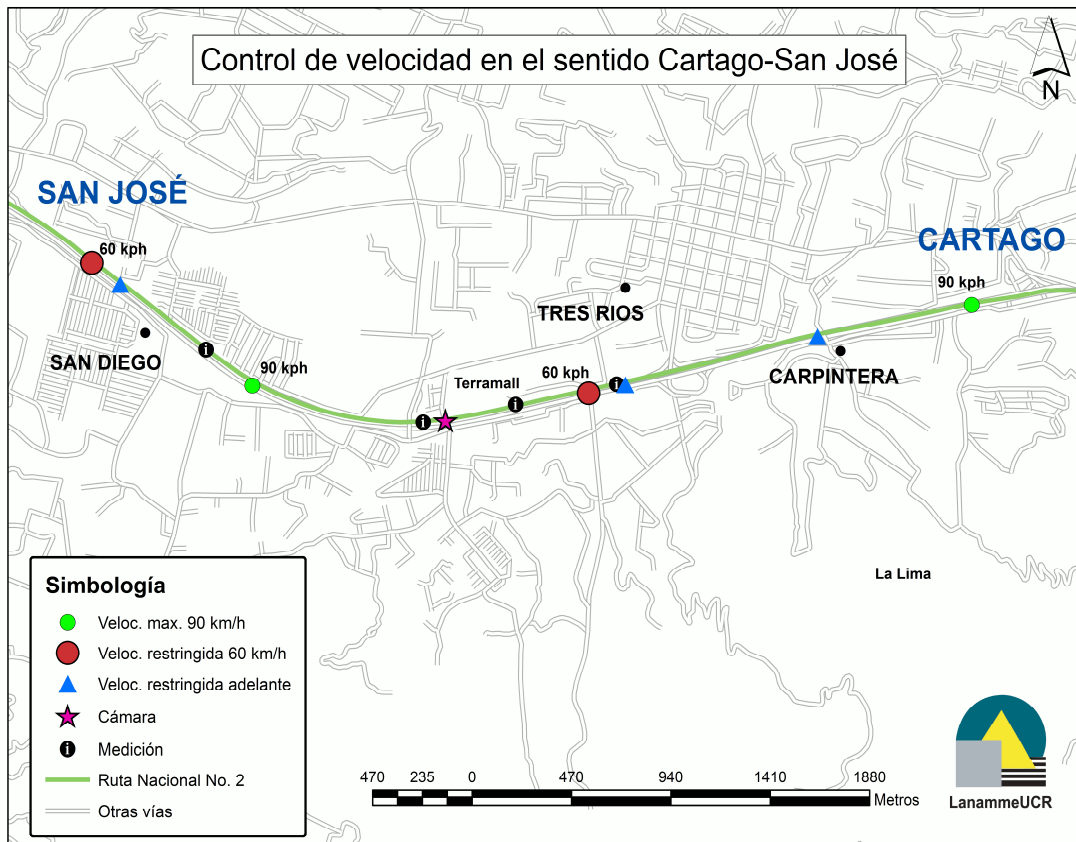


Figura 1. Ubicación del tramo de estudio, Ruta Nacional N°2.

Fuente: Creación propia. LanammeUCR.



## 2. Señalización para el control de velocidad

Se realizó un inventario de la ubicación de las señales de velocidad máxima y velocidad restringida de la Ruta Nacional N° 2, Carretera Florencio del Castillo.

En la Figura 2 se indica la ubicación de las distintas señales de “Velocidad Máxima”, “Velocidad Restringida Adelante”, “Velocidad Restringida” y “Fin de Velocidad Restringida”.

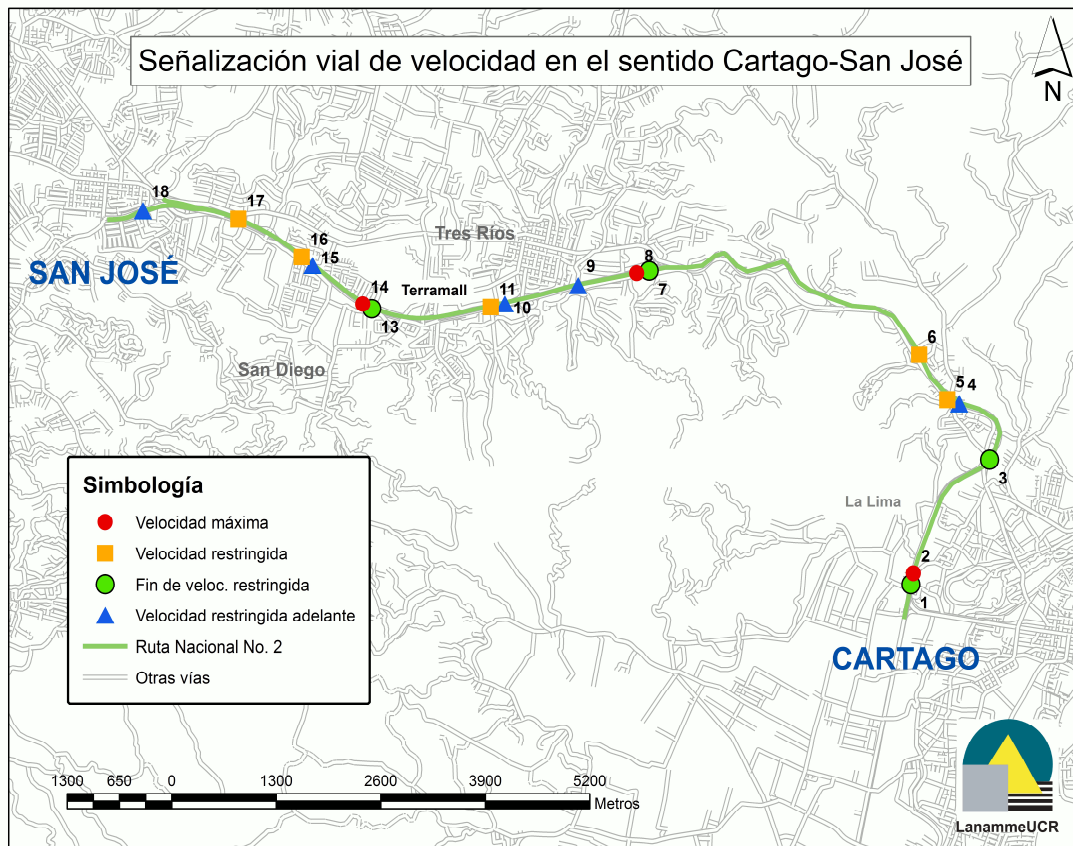


Figura 2. Ubicación de las señales de reglamentación de velocidad. Ruta N° 2.

Fuente: Creación propia. LanammeUCR.

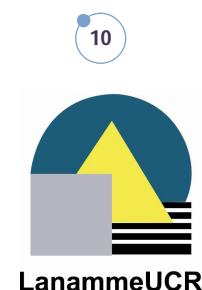
En la Tabla 1 se presenta la descripción de cada uno de los puntos incluidos en la Figura 2 y su ubicación exacta (mediante coordenadas GPS).

**Tabla 1. Inventario de señales reglamentarias de velocidad máxima y velocidad restringida, Ruta Nacional N°2. Sentido Cartago-San José.**

Punto	GPS	Velocidad	Descripción	Latitud	Longitud
1	358	Fin 40 km/h	Fin Velocidad restringida	9,871166667	-83,9445
2	359	80 km/h	Velocidad máxima	9,872366667	-83,9442
3	360	Fin 60 km/h	Fin Velocidad restringida	9,88485	-83,93556667
4	361	VRA	Velocidad restringida adelante	9,891	-83,93901667
5	362	60 km/h	Velocidad restringida	9,891416667	-83,94035
6	363	60 km/h	Velocidad restringida	9,896383333	-83,94353333
7	364	Fin 60 km/h	Fin Velocidad restringida	9,905583333	-83,97416667
8	365	90 km/h	Velocidad máxima	9,905316667	-83,97558333
9	366	VRA	Velocidad restringida adelante	9,904	-83,98225
10	367	VRA	Velocidad restringida adelante	9,901983333	-83,99055
11	368	60 km/h	Velocidad restringida	9,901616667	-83,99213333
12	369	Cámara de control de velocidad		9,900233333	-83,99856667
13	370	Fin 60 km/h	Fin Velocidad restringida	9,901416667	-84,00563333
14	371	90 km/h	Velocidad máxima	9,90195	-84,00665
15	372	VRA	Velocidad restringida adelante	9,906183333	-84,01236667
16	373	60 km/h	Velocidad restringida	9,9071	-84,01358333
17	374	60 km/h	Velocidad restringida	9,911266667	-84,02076667
18	375	VRA	Velocidad restringida adelante	9,9122	-84,03161667

**Fuente:** Creación propia. LanammeUCR.

De acuerdo con el inventario de señales, la velocidad límite establecida en el tramo de estudio es de 90 km/h, pero se restringe a 60 km/h en un tramo de aproximadamente 2 km, en medio del cual se ubica la cámara.



### **3. Condiciones del entorno y del diseño geométrico**

La Carretera Florencio del Castillo, en el tramo en estudio, segrega la comunidad de San Diego de Tres Ríos (ver Figura 1). Constantemente se observan peatones cruzando la carretera, a pesar de que existe un paso peatonal a desnivel, tal como se ilustra en la Fotografía 1.

**Fotografía 1.**  
**Peatón cruzando en el sitio donde se ubica la cámara de control de velocidad.**



11



LanammeUCR

El uso del suelo es mixto, entre residencial y comercial. En el tramo se ubican algunos accesos y salidas del Centro Comercial Terramall, además, existen paradas de buses al lado de la calzada que no cuentan con bahía y por lo tanto, interfieren en el flujo libre de los vehículos en el carril derecho de circulación (ver Fotografía 2).

**Fotografía 2.**  
**Interferencia de la parada de bus en la circulación de vehículos.**



El tramo se ubica después de una pendiente descendente, lo que influye en que los vehículos desarrollen velocidades altas. Posee un tramo recto y luego una curva horizontal (en esta curva es donde se ubica el sistema de control de velocidad).

La visibilidad en la curva se ve reducida por las columnas y las gradas del puente peatonal (ver Fotografía 3).



**Fotografía 3.**  
**Las gradas del puente peatonal reducen la visibilidad en la curva.**

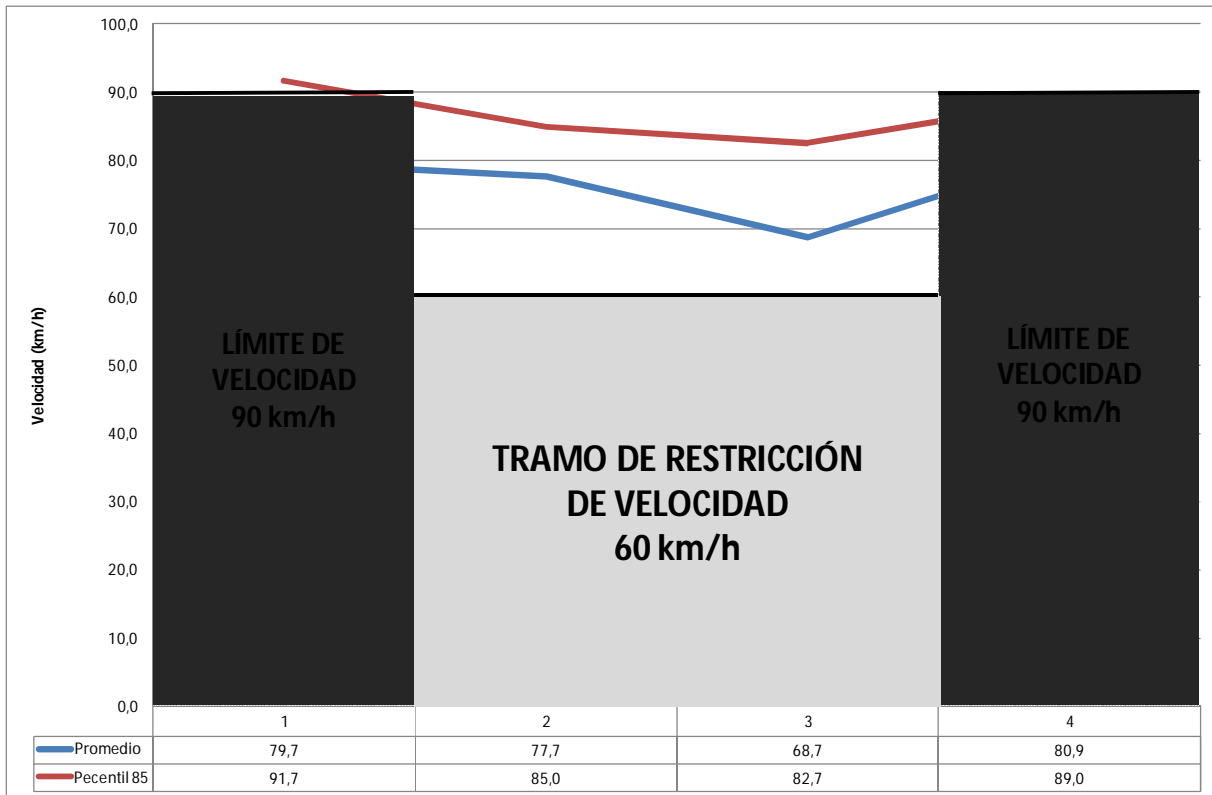
En resumen, las condiciones del entorno y uso del suelo evidencian riesgo de accidentes debido al cruce de peatones en la calzada, parada de buses sin bahía, geometría de los accesos del centro comercial, obstáculos laterales, deficiencias de visibilidad, diseño geométrico de la vía que influye en que los vehículos desarrollen velocidades altas.

Las condiciones de riesgo que ofrece el diseño de la carretera y el entorno, son las que posiblemente se hayan tomado en cuenta para justificar que en ese tramo, la velocidad se restrinja a 60 km/h.

#### 4. Consistencia de velocidad

Un total de 600 datos de velocidad fueron tomados en campo, en 4 puntos a lo largo del tramo de estudio (ver Figura 1), con una muestra de 150 datos en cada punto. Con base en estas mediciones, se calculó la velocidad promedio, así como el percentil 85, el cual es el que generalmente se utiliza para cuantificar la velocidad real de operación de una vía.

En la Figura 2 se muestra el perfil de velocidad promedio y del percentil 85, realizado con base en los datos medidos por el LanammeUCR, en periodos fuera de la hora pico.



**Figura 2. Perfil de velocidad en el tramo cercano al fotorradar ubicado cerca de Terramall, sentido Cartago-San José, Ruta Nacional N°2.**

**Fuente:** Creación propia, a partir de datos medidos el 8 agosto 2011. LanammeUCR.

De acuerdo con los resultados de las mediciones realizadas por el LanammeUCR, los vehículos disminuyen la velocidad al pasar por el sitio donde está ubicada la cámara (sitio 3); sin embargo, la reducción de velocidad no es suficiente para cumplir con el valor de velocidad restringida de 60 km/h. En ese punto, la velocidad del percentil 85 de los vehículos es de 82,6 km/h.

A pesar de que en el sitio 2, la velocidad máxima también está restringida a 60 km/h, la velocidad del percentil 85 es de 85,0 km/h (según las mediciones de velocidad de

operación realizadas por el LanammeUCR), lo cual pone en evidencia que los vehículos no respetan el límite de velocidad en el tramo de velocidad restringida.

Las inconsistencias entre la velocidad de operación y los límites de velocidad establecidos, principalmente en el tramo de velocidad restringida de 60 km/h, se deben a que el diseño de la carretera permite desarrollar velocidades mayores a las permitidas, de una manera que se percibe segura para el usuario.

En lo que respecta al **Paso 4** y **Paso 5**, el plan piloto, las campañas informativas y el monitoreo se vieron afectados por los incidentes generados con la implementación del sistema, de los cuales se incluye un resumen a continuación:

El sistema de control mediante cámaras inició el 8 de setiembre del 2011, el cual estaba asociado al cobro de una multa de \$600 USD para los usuarios que excedieran en 20 km/h el límite establecido en la zona de 60 km/h o de \$800 USD para quienes condujeran a más de 120 km/h.

Antes del inicio de la operación del sistema (en agosto 2011), la información que circulaba en los medios de comunicación se refería más que todo al hecho de que se iban a cobrar multas con este sistema y no al objetivo que tenían las cámaras de reducir los accidentes (La Nación Digital y La Prensa Libre).

A menos de 20 días de haber iniciado la operación del sistema de cámaras ya había reclamos jurídicos, algunos de los cuales se fundamentaban en deficiencias de la demarcación vial y de los fundamentos técnicos para establecer un límite de velocidad de 60 km/h; otros en la irracionalidad del monto de la multa.

El 4 de noviembre del 2011, a menos de dos meses de haber iniciado su operación, se decide suspender el cobro de multas dada la inconformidad de los usuarios por los altos montos de las multas y los reclamos judiciales que se habían presentado. El sistema de control mediante cámaras se suspende por un período de 6 meses, con prevista a extenderse por un año.

Dentro de los estudios que se realizan para resolver los reclamos, se analiza reducir los montos de la multas, con lo cual “se pondría en duda la rentabilidad del sistema de cámaras”, el cual es operado por un ente privado contratado por la Administración quien según el contrato, debe recibir el 15% del monto total de las infracciones cobradas.

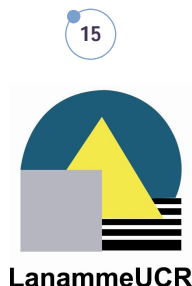
#### **IV. Conclusiones**

El diseño geométrico de la carretera juega un papel fundamental en la velocidad de operación de los usuarios. A pesar de que se establezcan límites de velocidad restringida, el usuario transita a la velocidad que percibe segura de acuerdo con las características de la vía.

El hecho de colocar señales que restrinjan la velocidad y el uso de cámaras de control de velocidad no es suficiente para que los usuarios disminuyan la velocidad, dado que el usuario percibe una brecha muy amplia entre el límite de velocidad permitido y la velocidad real de operación. Una vez fuera del área de influencia de la cámara, los conductores nuevamente ajustan su velocidad a las condiciones de la carretera. Por lo tanto, se deben implementar otras medidas para reducir efectivamente la velocidad de operación.

Las cámaras son una medida de control de velocidad, pero sólo son parte de la solución que las carreteras requieren con el fin de mejorar integralmente la seguridad vial. Las cámaras deben ser un complemento a las mejoras de seguridad vial en la infraestructura vial y su entorno.

La cantidad de multas no es un indicador de la mejora en la seguridad vial, el objetivo del sistema de cámaras no debe ser hacer multas, sino ser un elemento generador de cambio en el comportamiento del usuario, que tenga como consecuencia una reducción en la velocidad y en el riesgo de ocurrencia de accidentes.



## **V. Recomendaciones**

Las estadísticas de accidentes constituyen un insumo para tomar decisiones de inversión para mejorar la seguridad vial, por lo que se recomienda tener una base de datos completa, confiable y consistente. La información debe registrarse de tal forma que además de la cantidad y gravedad de los accidentes, se registre la causa, de modo que permita identificar si el exceso de velocidad influyó en la ocurrencia de un accidente.

En general se recomienda realizar una revisión de los límites de velocidad en las carreteras, de manera que la velocidad reglamentaria sea adecuada y consistente con el diseño geométrico, el uso del suelo, la composición y flujo vehicular, y los accidentes.

Cuando se diseñen las carreteras, los límites de velocidad deberán ser acordes con el nivel funcional de la carretera, pues la tendencia es que el conductor viaje a la velocidad que percibe según las condiciones de la vía. Los límites de velocidad que no sean acordes con la vía, más bien, le restan credibilidad a las señales y puede aumentar el número de infractores.

Se recomienda que el señalamiento vial para informar sobre el control mediante cámaras se coloque a lo largo de la carretera que es monitoreada y no solamente en el punto donde se ubica la cámara, de modo que aumente la efectividad del control de velocidad en toda la carretera y no solamente en un sitio.

Es recomendable que se ejecuten evaluaciones de seguridad vial en los sitios donde se vayan a colocar las cámaras de control de velocidad, de modo que la Administración pueda planificar la inversión de las obras de mitigación necesarias para mejorar las condiciones de seguridad vial de toda la vía y su entorno.

Establecer una zona de velocidad restringida en una carretera considerada de alta velocidad debería ser, en la mayor parte de los casos, una medida temporal mientras se mejoran las condiciones de seguridad vial en el tramo, y no como una medida permanente justificada por la falta de mejoras.

El uso de las cámaras no debe ser una herramienta de represión, más bien estos sistemas deben utilizarse para mejorar el comportamiento del usuario en torno a los excesos de velocidades.

A pesar de que las multas que se cobren por exceso de velocidad deben ser un elemento secundario en la operación del sistema de cámaras, se recomienda que se definan adecuadamente, pues constituyen un punto muy sensible para la aceptación del sistema.

El financiamiento del sistema no debería estar supeditado a que se genere dinero por multas, pues el objetivo final es disminuir la cantidad de accidentes relacionados con exceso de velocidad, por lo que el programa sería muy exitoso si finalmente todos los usuarios cumplen con los límites de velocidad establecidos.



**III Congreso Ibero-Americano de Seguridad Vial  
12 al 16 de junio de 2012. Bogotá, Colombia**

La seguridad vial es un tema integral, donde se debe mejorar el comportamiento del usuario en cuanto al respeto de las normas, por lo tanto, se recomienda realizar campañas de educación y concientización para que el conductor conozca las consecuencias de viajar a altas velocidades.

Finalmente, se recomienda mejorar las condiciones de la infraestructura, para proveer carreteras que sean seguras y que le perdonen la vida al usuario ante cualquier eventualidad.

17



LanammeUCR

## **VI. Referencias Bibliográficas**

- [1] Aarts, L., Van Schagen, I., 2006. Driving speed and the risk of road crashes: A review. *Accident Analysis and Prevention*, 38.
- [2] American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 2004. *A Policy on Geometric Design of the Highways and Streets*. Cuarta Edición. Washington, D.C.
- [3] Bowie, Jr., N.N., Walz, M., 1994. Data analysis of the speed-related crash issue. *Auto and Traffic Safety*, 2.
- [4] Champness, P., Sheehan, M., & Folkman, L. (2005). Time and distance halo effects of an overtly de-ployed mobile speed camera. In *Proceedings of the Australasian Road Safety Research, Policing and Education Conference*, Wellington, New Zealand.
- [5] Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito (CONASET), 2008. *Apuntes del Curso de Seguridad Vial*. Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile.
- [6] Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito (CONASET), 2010. *Medidas de Tráfico Calmado: Guía de criterios para la aplicación, ubicación, diseño y señalización de medidas para el tráfico calmado*. Disponible en [http://www.conaset.cl/portal/portal/default/guia\\_ trafico\\_10](http://www.conaset.cl/portal/portal/default/guia_ trafico_10)
- [7] Dirección General de Ingeniería de Tránsito (DGIT), 2009. *Estudio de Velocidades en las Principales Rutas Nacionales*. Departamento de Estudios y Diseños. Costa Rica
- [8] Echaveguren, T., Vargas-Tejeda, S., Altamira, A., Riveros D., 2009. Criterios para el análisis de consistencia del diseño geométrico: velocidad, aceleración, visibilidad y confiabilidad. *Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito*.
- [9] 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).
- [10] Federal Highway Administration (FHWA), 2003. *Manual on Uniform Traffic Control Devices, U.S.*
- [11] Federal Highway Administration (FHWA), 2008. *SPEED Enforcement CAMERA SYSTEMS Operational Guidelines*.
- [12] Global Road Safety Partnership, 2008. *Speed management: a road safety manual for decision-makers and practitioners*. Switzerland
- [13] Hess, S. (2004). An analysis of the effects of speed limit enforcement cameras with differentiation by road type and catchment area. *Transportation Research Record* 1865.

- [14] Keenan, D. (2004). Speed cameras – how do drivers respond? Traffic Engineering and Control, 45.
- [15] Kraemer, C., Pardillo, J.M., Rocci S., Romana, M.G., 2003. Ingeniería de Carreteras, volumen 1. Editorial McGraw Hill.
- [16] La Nación Digital, <http://www.nacion.com/>
- [17] La Prensa Libre, <http://www.prensalibre.cr/pl/>
- [18] LanammeUCR, 2011. Evaluación de seguridad vial: Control de velocidad mediante fotorradars en algunas rutas nacionales. LM-PI-AT-109-11.
- [19] LanammeUCR, 2011. Informe de Asesoría Técnica Control de velocidades por medio de fotorradars. LM-PT-036-2011.
- [20] LanammeUCR, 2003. Informe de Auditoría Técnica de Seguridad Vial Carretera Florencio del Castillo.
- [21] LanammeUCR, 2005. Manual “La ingeniería de tránsito y la gestión de seguridad vial”.
- [22] MAPFRE, 2005. Estudio Accidentalidad peatonal en núcleos urbanos. Disponible en <http://www.mapfre.com/fundacion/es/seguridad-vial.shtml>.
- [23] 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.
- [24] National Cooperative Highway Research Program (NCHRP Report 504), 2003. Design Speed, Operating Speed, and Posted Speed Practices. Transportation Research Board. Washington, D.C.
- [25] Rizzi, L.I., 2009. Caso: Implementación en Chile de Tecnologías de Control de la Velocidad. Curso Externaldades de Transporte. Departamento de Ingeniería de Transporte y Logística Pontificia Universidad Católica de Chile.
- [26] Rodríguez, J.D., 2011. Plan de Inversión a nivel estratégico para los pavimentos flexibles de la Red Vial Nacional. Tesis (en ejecución) para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica.
- [27] Rosén, E. y Sander, U., 2009. Pedestrian fatality risk as a function of car impact speed. Suecia.
- [28] Secretaría de Integración Económica de Centroamérica (SIECA), 2000. Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito.

**III Congreso Ibero-Americano de Seguridad Vial  
12 al 16 de junio de 2012. Bogotá, Colombia**

- [29] Secretaría de Integración Económica de Centroamérica (SIECA), 2001. Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales.
- [30] Transportation Association of Canada (TAC), 2004. The Canadian Guide to In-service Road Safety Reviews.
- [31] Washington, S., Shin, K., y Van Shalkwyk, I., 2007. Evaluation of the City of Scottsdale Loop 101 photo enforcement demonstration program. Draft summary report. Phoenix, AZ: The Arizona Department of Transportation.
- [32] Winnett, M.A. (2003). Speed changes at a safety camera site. Report PR/SE/708/03. Berkshire, United Kingdom: TRL Limited.
- [33] World Road Association (PIARC), 2003. Road Safety Manual: Recommendations from the World Road Association. Vol. 1. Francia.

