

RADAR PEDAGÓGICO COMO MEDIDA DE SEGURIDAD VIAL DE TRÁFICO CALMADO

Ing. Javier Zamora Rojas, MScE
Unidad de Seguridad Vial
y Transporte
javier.zamorarojas@ucr.ac.cr

Esteban Oconitrillo Varela
Unidad de Seguridad Vial
y Transporte
eov1709@gmail.com

Ing. Miguel A. Zamora
Unidad de Seguridad Vial
y Transporte
miguel.zamoraherrera@ucr.ac.cr

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años se ha vuelto necesario tomar acciones en carretera para intentar evitar los accidentes y disminuir la cantidad y severidad de los mismos; esto se puede lograr al ejecutar ciertas medidas de seguridad.

Una medida de seguridad es el uso de señales con mensaje variable, el cual consiste en utilizar equipos que permitan desplegar algún tipo de mensaje como límites de velocidad permitidos, advertencias en caso de que se exceda dicho límite, condiciones peligrosas de la carretera, entre otras, con el objetivo de advertir a los conductores e incentivar un cambio en su comportamiento para propiciar menores velocidades de circulación.

La colocación de una medida de este tipo puede llegar a tener un impacto positivo al reducir la velocidad de los vehículos y, por ende, en una reducción del riesgo de ocurrencia de accidentes de tránsito. Por ejemplo, según McGee y Hanscom (2006) en California al colocar este tipo medida, se logró una reducción de 44 % en los accidentes en el primer año de colocación y de 39 % en el segundo año.

La empresa Data Concept puso a disposición un radar pedagógico de tecnología francesa ÉlanCité –con fines de investigación– para ser estudiado por la Unidad de Seguridad Vial y Transporte del PITRA-LanammeUCR. Por esta razón se planteó este proyecto de investigación,

para evaluar el impacto que puede tener dicho radar pedagógico al ser utilizado como una medida de seguridad vial de tipo señal de mensaje variable.

El objetivo general de este estudio fue cuantificar el impacto en la reducción de la velocidad de operación del tráfico vehicular, a partir del uso de un radar pedagógico, como una medida de seguridad vial de tráfico calmado en una vía urbana. Para este fin, se obtuvo velocidades medias, máximas y de operación con dos equipos (radar manual y contador neumático) antes y después de la colocación del radar pedagógico, de manera que se evaluó el impacto del radar en la velocidad de los usuarios y las velocidades obtenidas con el radar pedagógico al compararlas con los resultados de otros dos equipos. También se comparó los flujos vehiculares obtenidos con el radar pedagógico y el contador neumático.

II. SOBRE EL RADAR PEDAGÓGICO

El radar pedagógico de la empresa Data Concept, de tecnología francesa ÉlanCité (ver Figura 1), registra continuamente las velocidades de los vehículos durante la totalidad del tiempo en el que se encuentra en funcionamiento. Además, permite desplegar en una pantalla la velocidad de los vehículos y ciertos mensajes de advertencia en caso de que se esté excediendo el límite de velocidad reglamentado. Mediante estos mensajes se espera que los conductores disminuyan la velocidad; de allí su componente pedagógico. Este dispositivo también registra el flujo vehicular de forma continua.

Comité Editorial 2017:

· Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, PhD, Coordinador General PITRA, LanammeUCR

· Ing. Raquel Arriola Guzmán, Unidad de Normativa y Actualización Técnica, PITRA, LanammeUCR



Figura 1. Radar pedagógico de la empresa Data Concept- Fuente: Tomado del sitio www.elancite.fr/en/, 2016.

El radar pedagógico presenta dos modos de funcionamiento, uno llamado modo espía en el cual solo se detectan y se almacenan las velocidades de los vehículos sin que se despliegue la velocidad ni ningún mensaje de advertencia; es decir, los conductores interpretan que el radar se encuentra "apagado". El otro es el modo normal, en el cual se despliegan las velocidades y los mensajes, se registran velocidades y se registra el flujo vehicular.

III. METODOLOGÍA

Punto de estudio

Se instaló el dispositivo en San Pedro de Montes de Oca, San José, específicamente en avenida 10, entre las calles 57 y 67. La ubicación escogida se debe a que es un punto en el cual los conductores tienden a manejar a velocidades superiores al límite máximo permitido, es decir, a la velocidad reglamentaria de 50 km/h (zona urbana).

Se llevó a cabo un diagnóstico preliminar a través de la toma de un total de 30 datos de velocidades de operación utilizando un radar manual, con lo cual se corroboró que las velocidades de operación se encuentran por encima del límite establecido en esta zona. El sitio de estudio se observa en la Figura 2.



Figura 2. Configuración de carriles y el ciclocarril en el sitio de estudio

Consideraciones importantes del sitio

La calle está demarcada para dos carriles en un mismo sentido; sin embargo, un ciclocarril había sido demarcado utilizando espacio del carril derecho. Además, es común observar vehículos parqueados sobre el ciclocarril, como incluso puede verse en la Figura 2 en el círculo amarillo.

Las condiciones anteriores provocan que el comportamiento de los conductores varíe dependiendo del espacio que hay en la carretera; es decir, cuando no hay vehículos parqueados a un costado ni ciclistas, el flujo vehicular se distribuye en dos carriles, y si hay vehículos parqueados o ciclistas transitando, el espacio queda limitado a un carril, generalmente hacia el centro de la calzada. Debido a los anchos de carril e incluso sin otros usuarios ni obstáculos, lo más común es ver a los vehículos uno a uno hacia el centro de la calle, tal como se observa en la figura anterior.

Recolección de datos

La recolección de datos se realiza mediante tres equipos con el objetivo de comparar los resultados del radar pedagógico con equipos del LanammeUCR. Los tres equipos utilizados fueron el radar pedagógico, un contador neumático (en funcionamiento durante aproximadamente 45 días) y un radar manual.

El contador neumático se utilizó tanto para medir velocidades como para obtener la cantidad de vehículos que transitan y poder así, compararlo con el dato estimado por el radar pedagógico.

El radar manual sirvió para evaluar el impacto que tiene el radar pedagógico en las velocidades de operación. Para ello, se realizaron mediciones a lo largo del tramo de estudio, tanto antes y después de poner en funcionamiento el radar pedagógico. Se tomó un mínimo de 30 mediciones de velocidad en cada punto, para que los datos fueran estadísticamente significativos.



Figura 3. Ubicación de los puntos de toma de datos con el radar manual y de colocación del radar pedagógico y el contador neumático

Fuente: Elaboración propia a partir de GoogleMaps, 2016.

- Antes de la colocación del radar pedagógico se obtuvo un perfil de velocidades al realizar mediciones con el radar manual en seis puntos a lo largo de la Avenida 10, con el fin de conocer las velocidades de los vehículos en el tramo anterior y posterior al sitio de ubicación del radar pedagógico. En la Figura 3 se observan los puntos elegidos para realizar las mediciones, los cuales están identificados con letras de la A a la F.
- Después de la colocación del radar pedagógico se realizaron mediciones en tres puntos propuestos, el primero entre 50 y 100 m antes del radar pedagógico, el segundo en un punto cercano al radar, y el tercero entre 50 y 100 m después del mismo. En la Figura 3 se muestra la ubicación de dichos puntos, identificados con los números 1, 2 y 3.

Resultados y análisis

Conteos vehiculares (contador neumático y radar pedagógico)

En promedio, el contador neumático registró un TPD de 10 613 vehículos por día en ese tramo de vía, promediando los datos antes y después de la colocación del radar. En el caso del radar pedagógico, el promedio del antes y del después resultó en un TPD de 9 912 vehículos por día.

Es importante resaltar que el contador neumático registró más vehículos, sobre todo en el periodo de las 2 a las 6 p.m., es decir, en las horas de mayor tránsito vehicular. La diferencia entre los datos del contador y del radar fueron de aproximadamente un 7,4 % para estos 8 días de conteos, en promedio. La diferencia más significativa se observa a las 5 p.m., con un diferencial de 20,8 %.

Velocidades medias (contador neumático y radar pedagógico)

En la Figura 4 se detalla el perfil de velocidades medias para el contador neumático y el radar pedagógico con los datos tomados previo y posterior a la colocación del radar pedagógico.

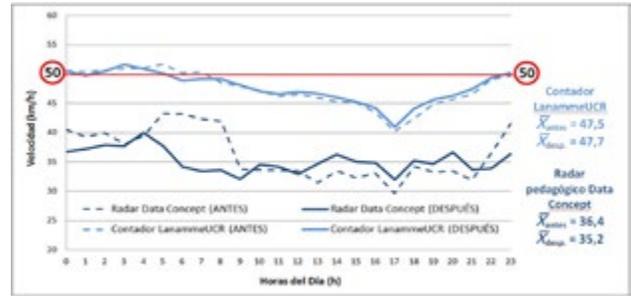


Figura 4. Perfil de velocidades medias del radar pedagógico y del contador neumático antes y después de la activación del radar

El promedio de las velocidades para el contador neumático fue de 47,5 km/h antes de la colocación del radar pedagógico y 47,7 km/h después, en este caso no se observa una reducción de la velocidad media de los vehículos producto del radar pedagógico.

En el caso del radar pedagógico, las velocidades registradas están en ambos casos por debajo de las del contador neumático, pasando de 36,4 km/h a 35,2 km/h, en promedio, respectivamente antes y después de la activación del radar pedagógico.

Mediante la prueba estadística t-student para las diferencias horarias entre los datos de velocidad media antes y después del contador neumático, y se obtuvo que para las 24 horas del día, 16 horas mostraron, en promedio, diferencias estadísticamente significativas: de 5 a.m. a 8 a.m., de 11 a.m. a 9 p.m. y a las 11 p.m. Sin embargo, solo de las 5 a.m. a las 8 a.m. estas diferencias significativas corresponden a reducciones de velocidad producto de la activación del radar pedagógico.

Velocidades máximas (contador neumático y radar pedagógico)

En cuanto a las velocidades máximas, estas se pueden observar en la Figura 5, las líneas punteadas corresponden a la condición "antes" y las líneas sólidas a la condición "después"; en general se observa consistencia de los datos tomados por ambos equipos.

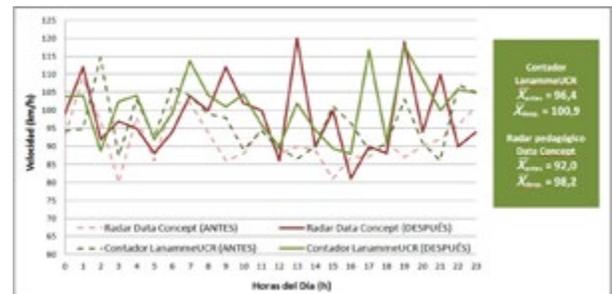


Figura 5. Perfil de velocidades máximas del radar pedagógico y del contador neumático antes y después de la activación del radar

En el caso "antes", los promedios andan entre 96,4 km/h y 92 km/h, para el contador neumático y el radar pedagógico, respectivamente. En el caso "después", los promedios calculados fueron de 100,9 km/h y 98,2 km/h, respectivamente para el contador neumático y el radar pedagógico. Las diferencias no son significativas.

Velocidades de operación (contador neumático)

En la Figura 6 se muestran graficadas las velocidades de operación obtenidas a partir de los datos del contador neumático, tanto antes como después de la colocación del radar pedagógico. A partir de estos datos "antes" y "después", no se observa una disminución o un aumento significativo en las velocidades de los vehículos. Como es de esperarse, las velocidades más bajas se registran en las horas de mayor tránsito vehicular, principalmente entre las 4 y 6 p.m. Además, es importante notar que solo las velocidades de las 5 p.m. concuerdan con el límite de velocidad reglamentario; sin embargo, las velocidades de operación (calculadas) no sobrepasan los 64 km/h, lo cual se observa a las 3 a.m. aproximadamente.

Velocidades (radar manual)

En la Figura 7 se pueden comparar en detalle los resultados de velocidades medias, de operación, máximas y mínimas, antes y después de la instalación del radar pedagógico en modo normal. Las líneas punteadas muestran las velocidades "antes" y las líneas sólidas, las velocidades "después".

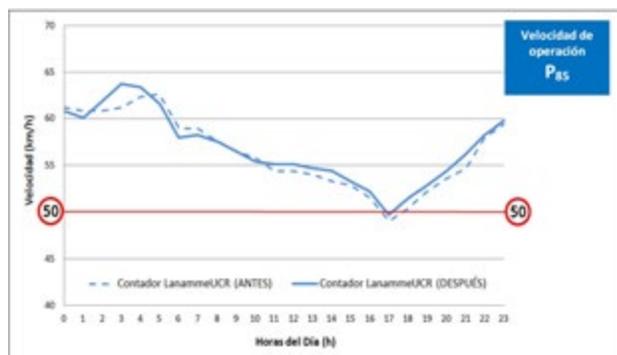


Figura 6. Velocidad de operación de los vehículos antes y después de la activación del radar pedagógico medida con el contador neumático

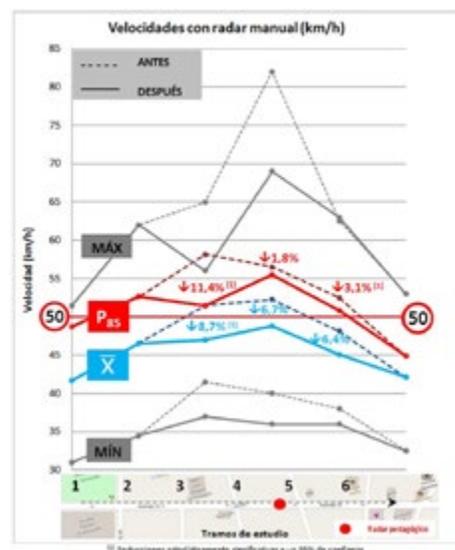


Figura 7. Comparación de la velocidad media antes y después de la activación del radar usando el radar manual

Mediante análisis estadísticos se logra determinar que en el caso de las velocidades medias solo se obtuvo una disminución estadísticamente significativa en la cuadra 3, la cual representa el punto ubicado antes del radar pedagógico, es decir el punto donde los conductores logran observar el radar. En el caso de las velocidades de operación, resultaron estadísticamente significativas las disminuciones de velocidad en las cuadras 3 y 5, de 11,4 % y 3,1 %, respectivamente.

Conclusiones

- Con el contador neumático se pudo estimar el TPD en 10 613 vehículos por día en ese tramo de vía, en promedio para todo el periodo de estudio. En cuanto al radar pedagógico, el valor estimado fue de 9 912 vehículos por día. Las diferencias más significativas se perciben en las horas de mayor tránsito, que son las horas pico de la tarde entre 3 y 6 p.m.
- Al comparar las velocidades medias del radar pedagógico y del contador neumático se evidenció una brecha continua entre ambos. Estas diferencias entre las velocidades medias son altamente significativas (más de un 20 %).
- La reducción de las velocidades medias obtenidas "antes" y "después" tanto con el contador neumático como con el radar pedagógico no fueron significativas. El contador neumático mostró valores promedios "antes" y "después", respectivamente, de 47,5 km/h y 47,7 km/h y en el caso del radar pedagógico se pasó en promedio de 36,4 km/h a 35,2 km/h.

- En cuanto a las velocidades de operación calculadas a partir de los datos del contador neumático, se concluye que solo las velocidades cercanas a las 5 p.m. cumplen justo con el límite de velocidad reglamentaria de 50 km/h; sin embargo, los promedios de velocidades de operación no superan en ninguna hora los 64 km/h.
- Solamente el radar manual evidencia una reducción en las velocidades producto de la colocación del radar pedagógico. La reducción fue de 8,7 % en la velocidad media en la cuadra 3. En el caso de las velocidades de operación, las reducciones fueron de 11,4 % y de 3,1 % en las cuadras 3 y 5, respectivamente.
- Es importante destacar que las medidas de seguridad vial pueden generar cambios en el comportamiento de los conductores sin que necesariamente esto se vea reflejado en una reducción de la velocidad. Es decir, un conductor podría considerar que su elección de velocidad por encima de la reglamentaria es adecuada y no riesgosa, no obstante, la medida implementada podría generar que el conductor esté más atento a la carretera y a su entorno, por ende, podría agudizar sus sentidos si se presentase alguna situación imprevista. Esto se podría traducir en un beneficio en relación con la reducción del riesgo de ocurrencia de accidentes de tránsito, o una reducción de su severidad.

José: Universidad de Costa Rica.

Mcgee, H. y Fred R, H. (2006). *Low-Cost Treatments for Horizontal Curve Safety*. Washington DC.

World Road Association. (2004). *Road Safety Manual*. Paris: R2ute Market.

Zamora, J., Oconitrillo, E. y Zamora, M. (2017). Estudio del impacto del radar pedagógico como medida de seguridad vial de tráfico calmado para la disminución de velocidad en vías urbanas. Universidad de Costa Rica, Unidad de Seguridad Vial y Transporte (USVT), PITRA-Lanamme.

Zuñiga, J. y Trejos, J. (2011). *Conteos vehiculares*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Obtenido de <https://www.yumpu.com/es/document/view/14841620/conteos-vehiculares-mopt>

Referencias Bibliográficas

California Department of Transportation. (2000). *An evaluation of dynamic curve warning system in the Sacramento river Canyon*. California.

ÉlanCité. (2016). *Evolis Radar Speed Sign*. Recuperado el 30 de septiembre de 2016, de <https://www.elancite.fr/en/products/evolis-radar-speed-sign/>

Elvik, R., Høy, A., Vaa, T. y Sørensen, M. (2009). *The Handbook of road safety manuals*. Bingley: Emerald Group Publishing Limited.

Fonseca, D. (2014). *Demarcación vial como medida de bajo costo para la disminución de la velocidad en carretera*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

Garper, N. y Srinivasan, S. (1998). *Effectiveness of changeable message signs in controlling vehicle speeds in work zones*. Virginia.

Magaña, J. (2014). *Determinación de patrones típicos de distribución temporal de tránsito en Costa Rica*. San



LanammeUCR

LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE PITRA

Ing. Luis Guillermo Loría-Salazar, Ph.D.

Coordinador General

Ing. Fabián Elizondo-Arrieta, MBA

Subcoordinador

UNIDADES

Unidad de Auditoría Técnica (UAT)

Ing. Wendy Sequeira-Rojas, M.Sc

Coordinadora

Unidad de Seguridad Vial y Transporte (USVT)

Ing. Diana Jiménez-Romero, M.Sc, MBA

Coordinadora

Unidad de Normativa y Actualización Técnica (UNAT)

Ing. Raquel Arriola-Guzmán

Coordinadora

Unidad de Materiales y Pavimentos (UMP)

Ing. José Pablo Aguiar-Moya, Ph.D.

Coordinador

Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional (UGERVN)

Ing. Roy Barrantes-Jiménez

Coordinador

Unidad de Gestión Municipal (UGM)

Lic. Carlos Campos-Cruz

Coordinador

CENTRO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Diagramación, diseño y control de calidad: Katherine Zúñiga Villaplana / Óscar Rodríguez Quintana

Boletín técnico: RADAR PEDAGÓGICO COMO MEDIDA DE SEGURIDAD VIAL DE TRÁFICO CALMADO / Febrero, 2018