

EFFECTIVIDAD DE DISPOSITIVOS DE TEMPLADO DE TRÁNSITO

Autores:

Ings. BERARDO, María Graciela ; ALBRIEU, María Laura

CISVAC (Comisión Interdisciplinaria de Seguridad Vial y Accidentología)

ISIT (Instituto Superior de Ingeniería del Transporte)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

Av. Velez Sarsfield 1600 , (5.000) Córdoba – República Argentina

Tel/Fax: 0054- 351- 4334149/50

e-mails: tberardo@arnet.com.ar; lauraalbrieu@efn.uncor.edu

RESUMEN

El presente trabajo describe los distintos dispositivos de templado del tránsito utilizados con mayor frecuencia y cuantifica la efectividad mediante censos de velocidad de algunos atenuadores instalados en la ciudad de Córdoba (República Argentina), tales como lomadas, sucesión de lomadas, mini rotondas y tablas

Con la finalidad de brindar seguridad, especialmente en zonas con uso de suelo residencial y recreacional, es habitual encontrar una gama muy variada de dispositivos de atenuación del tránsito. Entre ellos, pueden destacarse los que por medio de cambios estructurales en el pavimento provocan saltos, sacudones o ruidos en los vehículos que los atraviesan, tales como lomadas, badenes, resaltos y tablas y aquellos que a través del diseño geométrico inducen al cambio de trayectoria, tales como rotondas, mini rotondas, chicanas, canalizaciones forzadas, estrechamientos de la calzada, etc.

Las mediciones de velocidad se llevaron a cabo sobre el mismo dispositivo y en tramos de aproximación, no influenciados por la presencia de los reductores. Con el auxilio de la estadística, se evaluó el impacto de los mismos en la reducción de la velocidad.

Los resultados encontrados mostraron que dispositivos tales como lomadas y tablas producen puntuales y elevadas disminuciones de velocidad, la sucesión de lomadas permite una disminución de la velocidad sostenida a lo largo de un tramo, mientras que las rotondas operan disminuyendo la velocidad en menor medida que los otros dispositivos pero con menor agresividad para el conductor y el vehículo.

PALABRAS CLAVES: Atenuadores de velocidad, templado del tránsito, lomadas.

1- GENERALIDADES

El templado del tránsito comprende un conjunto de medidas y acciones tendientes a reducir o atenuar la intensidad y velocidad de los vehículos, permitiendo así, que su circulación sea plenamente compatible con las actividades que se desarrollan en el entorno de la vía sobre las que se aplican.

Estas medidas pueden ser muy eficientes para mejorar la calidad de vida, ya que reducen sustancialmente el número de accidentes, mejorando las condiciones del entorno y facilitando el uso seguro de los espacios públicos.

En la ciudad de Córdoba, con la finalidad de dar mayor seguridad a las vías, principalmente en áreas residenciales y recreacionales, se ha utilizado una diversa gama de dispositivos atenuadores del tránsito.

A fin de evaluar la efectividad de las distintas medidas aplicadas, se realizó un relevamiento de los diversos atenuadores utilizados. Los que van desde aquellos que apelan a cambios estructurales en el pavimento que provocan incomodidades en los conductores, ya sea por medio de saltos, sacudones o ruidos, como las lomadas, badenes, resaltos y tablas, hasta las que por medio del trazado geométrico inducen al cambio de trayectoria, como las rotondas, mini rotondas, chicanas, canalizaciones forzadas, estrechamientos de la calzada, etc.

De los dispositivos citados, en el presente trabajo, se presentan las mediciones efectuadas sobre lomadas, baterías de lomadas, tablas y mini rotondas, donde se realizaron censos de velocidad, tanto en un tramo de aproximación lo suficientemente alejado de la zona de templado donde los vehículos pudieran transitar libremente, como en la misma zona del dispositivo.

Aplicando cálculos y pruebas estadísticas se compararon las situaciones en los tramos no influenciados por los reductores y sobre los dispositivos, pudiendo así cuantificar su

efectividad y valorar el impacto de estos atenuadores de velocidad en la reducción de la misma.

2- DISTINTOS TIPOS DE ATENUADORES DEL TRÁNSITO

Existe una variada gama de dispositivos atenuadores de tránsito, algunos inducen al cambio de trayectoria por medio del diseño geométrico, mientras otros apelan a cambios en el diseño estructural, generando saltos, sacudones o ruidos para obligar a los conductores a disminuir su velocidad de marcha. Sus características varían según el objetivo perseguido, controlar el volumen o disminuir la velocidad.

El presente trabajo pone énfasis en los dispositivos destinados a controlar la velocidad de circulación vehicular, tanto en los que utilizan la aceleración vertical como la fricción lateral como medio para lograr su objetivo.

2.1. Atenuadores que utilizan la aceleración vertical:

Estos dispositivos consisten en modificaciones de la rasante tales como depresiones y elevaciones de la calzada que desalientan a los conductores a desarrollar altas velocidades. Entre las depresiones se destacan los badenes, mientras que en las elevaciones, las lomadas, resaltos y tablas.

2.1.1 Badenes

Consisten en depresiones de sección cóncava, transversales u oblicuas al sentido de circulación de los vehículos; son especialmente indicados cuando se puede asociar la disipación de la velocidad con las soluciones de drenaje. Desde el punto de vista de los

conductores, el badén tiene la ventaja de ser visto como una necesidad de drenaje de aguas pluviales y no, como un dispositivo implantado por el poder público para obligarlos a alterar la velocidad.

Cuando los badenes son perpendiculares al eje de la calzada, se construyen generalmente junto a las esquinas como reductores de velocidad en los cruces, mientras que si son oblicuos, se ubican un poco más alejados. Pueden utilizarse para cualquier ancho de calle, con sentido de circulación único o doble. Los de sección trapezoidal son de gran utilidad para marcar la entrada a un área o calle de velocidad reducida, proteger un paso de peatones, una intersección o un tramo de calle con especial afluencia peatonal. En otros casos son adecuados los de sección circular.

Deben poseer un sistema de autodrenaje, para impedir que se acumule el agua y la suciedad en su interior.

No son aconsejables para áreas sensibles al ruido debido a sus efectos sonoros, salvo que por el empleo de materiales o medidas especiales pueda garantizarse su inocuidad al respecto. Es imprescindible complementar estos dispositivos con una adecuada señalización de advertencia, incluyendo también iluminación.

Su efectividad es menos drástica que las lomadas y menos nociva para los vehículos que los pasan a altas velocidades. No obstante, se logran reducciones tanto de velocidades medias como de máximas.

En la ciudad de Córdoba se ha convertido en una práctica habitual, especialmente en aquellas arterias donde se han implementado como complemento del drenaje.

2.1.2. Lomadas

Entre los distintos reductores de velocidad, las lomadas comúnmente denominadas “lomos de burro”, aparecen como los más eficaces, siempre que estén ejecutadas con el perfil adecuado y complementadas con la correspondiente señalización de advertencia. Su actuación se hace evidente, tanto sobre la velocidad media como sobre la velocidad máxima.

Consisten en una sobreelevación del pavimento construida in situ o adicionada al pavimento, sobre todo su ancho o parte de él. Normalmente estas sobreelevaciones son ejecutadas con una altura máxima desde 7,62 cm hasta 10,16 cm, con un desarrollo transversal o ancho del orden de los 3,60 metros. Debido a las necesidades de drenaje, las lomadas no suelen ser ejecutadas hasta el cordón de la vereda, dejando un espacio para el escurrimiento del agua; pero esta situación genera en muchos casos, el uso indebido de ese espacio, ya que algunos conductores aprovechan para apoyar allí el tren lateral de su vehículo, disminuyendo de ese modo la sensación de incomodidad. Esta indeseable práctica pone en riesgo la seguridad de los peatones que circulan cercanos al cordón.

Cuando las lomadas son abordadas a bajas velocidades, por ejemplo en zonas residenciales, éstas motivan un suave movimiento de balanceo que origina una sensación de pérdida de confort en el conductor y los ocupantes del vehículo, mientras que si las lomadas son atacadas a altas velocidades, se generan indeseadas acciones dinámicas sobre el vehículo y sus ocupantes.

Al ser el grado de incomodidad que generan en los conductores y ocupantes de los vehículos proporcional a la velocidad con que son abordadas, las velocidades elevadas prácticamente desaparecen luego de la implementación de este tipo de dispositivos.

Analizadas desde un punto de vista técnico, el control de la velocidad con estos dispositivos es motivo de permanentes debates entre los especialistas en tránsito y transporte y en general su uso se acepta en casos muy puntuales, perfectamente estudiados. La principal objeción que se ha planteado hacia estos atenuadores de velocidad es la relación no tan clara entre la ventaja que proporciona la disminución de velocidad alcanzada y el riesgo que genera su utilización.

Se pueden ejecutar en forma aislada, en localizaciones puntuales, o agrupación de ellas, denominadas comúnmente baterías, para que el vehículo pase el tramo de lomadas con cierta facilidad, pero sin ganar excesiva velocidad.

En la ciudad de Córdoba, la Municipalidad establece que serán utilizadas para "lograr una reducción de la velocidad en una zona del camino. Se debe asegurar no obstante, una velocidad mínima de 40 Km /hora", mientras que la Dirección de Vialidad de la provincia de Córdoba, fija en 40 km/h la velocidad con la cual deben estar señalizadas las lomadas.

2.1.3.Tablas

Se diferencian de las lomadas en que todo el vehículo es elevado al transitar por ellas.

Se construyen de perfil trapezoidal y generalmente con materiales texturados.

Comparadas con las lomadas, son menos agresivas para su cruce por vehículos pesados, permiten ser atravesadas con mayor facilidad por bicicletas y son más estéticas; están especialmente indicadas en aquellas calles donde el cruce peatonal es intenso.

En la ciudad de Córdoba, se han utilizado en la Avda. Dante Alighieri en el Parque Sarmiento, pulmón verde de la ciudad, donde los conductores desarrollaban altas velocidades, por tratarse de una vía ancha, con calzadas separadas, de conexión entre el área central y numerosos barrios. Con la utilización de estos dispositivos se logró

devolver a la zona el uso recreativo para el cual había sido planificada, asignándole prioridad al tránsito peatonal.

2.1.4. Resaltos

Los resaltos consisten en hileras de tachones reflectantes o perfiles instalados en sentido transversal a la vía. Estos dispositivos son especialmente indicados en casos en los que por razones de economía, pragmatismo o técnicas (como por ejemplo pendientes acentuadas), no es conveniente la utilización de lomadas.

Las disposiciones utilizadas son variadas, habiendo hileras simples, dobles y triples, con separaciones que van desde centímetros hasta decenas de metros. En aquellos casos donde este dispositivo es implantado con escasa separación entre sí (del orden de los 60 cm), su efectividad se incrementa por efecto de la vibración y sonoridad, lo que por otra parte, constituye un inconveniente a la hora de definir su implementación en ciertos lugares, como por ejemplo, áreas residenciales.

En el caso de utilizar resaltos con tachones, es necesario un permanente mantenimiento, por la facilidad de éstos para desprenderse cuando no están suficientemente fijados. También, es necesaria la advertencia previa mediante señalización, para evitar tomar desprevenido al conductor con la aparición repentina de este dispositivo.

En Córdoba han sido utilizados en arterias locales de barrios residenciales.

2.2. Atenuadores que utilizan la fricción lateral.

Estos dispositivos actúan modificando la planimetría de la calle obligando a la reducción de velocidad por cambios en la traza o variaciones en los recorridos. También son efectivos para disminuir los volúmenes. Entre la variada gama en la ciudad de Córdoba se pueden encontrar:

2.2.1. Mini rotondas

Estos dispositivos son muy usados cuando se pretende disminuir el número de conflictos existentes en intersecciones donde las preferencias no están claramente definidas. Se aplican en casos donde los volúmenes de tránsito son bajos, y con escaso porcentaje de vehículos pesados. Su acción se orienta a disminuir la velocidad de aproximación y a ordenar los movimientos.

Consisten en un círculo con radios que varían entre 1 y 8 metros, simplemente demarcados mediante tachas reflectantes, o construidas sobreelevadas con cordón pintado. Su instalación requiere buenas condiciones topográficas para garantizar la visibilidad por parte de los conductores de los vehículos que se aproximan por todas las ramas, por lo menos desde 50 metros de distancia. Es recomendable que el diámetro de la mini rotonda sea el 35 % del diámetro de la mayor circunferencia que se pueda inscribir en el área interna de la intersección. Estos dispositivos requieren la correspondiente señalización vertical y demarcación horizontal, anticipando su proximidad.

Inicialmente, en la ciudad de Córdoba, se materializaron con tachas reflectantes. Actualmente están siendo reemplazadas por mini rotondas sobreelevadas.

La evaluación de este tipo de dispositivos implementados en Sao Paulo demostró una reducción en la velocidad de aproximación a la intersección del orden del 20 al 30 %.

En cuanto a los accidentes, el análisis de la situación antes y después, por períodos de un año, permitió comprobar una disminución en el número de accidentes en las intersecciones del orden del 83%, habiéndose reducido también la gravedad de los mismos.

2.2.2. Rotonda

Consiste en la misma solución que las mini rotondas, pero para intersecciones con grandes volúmenes de tránsito.

Son especialmente recomendables en intersecciones peligrosas, con cuatro o más tramos de accesos, en casos de geometría de aproximación irregular o donde se quiera disminuir los tiempos de demora. No son aconsejables donde existe circulación peatonal intensa, ya que penalizan los movimientos peatonales obligando a realizar un rodeo. Si el tránsito de bicicletas es importante y estos se desplazan por los carriles centrales, este tipo de soluciones puede tornarse peligrosa.

Su efectividad como atenuadora de velocidad no es tan importante como el beneficio que produce en el área de seguridad. Siempre que estén bien diseñadas y señalizadas, se logrará disminuir la gravedad del accidente.

Son numerosas las rotondas existentes en nuestra ciudad. La mayoría sirven a tránsitos de más de cuatro accesos. En algunas rotondas, con altos volúmenes de tránsito, se han instalado semáforos, proveyendo mayor seguridad a los movimientos conflictivos.

2.2.3.Chicanas

Son dispositivos especialmente indicados para áreas residenciales ya que no generan niveles de ruido y polución inaceptables.

Consisten en la modificación del trazado, incluyendo curvas y contracurvas a lo largo de la cuadra. También pueden consistir en la incorporación alternada de vallas o resaltos que obliguen al conductor a modificar su trayectoria lineal, convirtiéndola en una trayectoria curva. El efecto chicana también se puede producir alternando las zonas de estacionamiento de un lado al otro de la calle.

Estando bien diseñados, son muy efectivos en la reducción de la velocidad.

Últimamente con la proliferación de barrios cerrados se ha optado en la mayoría de estos por este tipo de solución, a fin de crear espacios adecuados para la recreación, conforme a las características de la vida que se desarrolla en este tipo de lugares.

2.2.4. Canalizaciones Forzadas

Consisten en el ordenamiento de los movimientos de los vehículos mediante la incorporación de isletas. Las isletas son áreas bien definidas, situadas entre los carriles de circulación del tránsito, destinadas a orientar los movimientos, priorizando unos y hasta bloqueando otros, que además sirven de refugio a los peatones.

Los principios que regulan toda canalización son: Dar preferencia a los movimientos principales, reducir áreas de conflicto, ajustar la perpendicularidad de las trayectorias cuando se cortan, tender al paralelismo de las trayectorias cuando convergen o divergen, separar puntos de conflicto, separar movimientos, controlar la velocidad, controlar puntos de giro, crear zonas protegidas.

Las canalizaciones son también muy efectivas en la reducción del volumen de tránsito. El formato básico de las isletas puede ser diseñado mediante trayectorias de giro previstas para los vehículos de proyecto, confeccionados a partir de la trayectoria de su rueda delantera izquierda y su rueda trasera derecha.

Las isletas deben ser diseñadas para no confundir a los conductores. Las soluciones de canalización deben optar por un número menor de isletas de gran área a un número mayor de isletas de pequeña área.

Las isletas dan seguridad, al proporcionar a los vehículos espacios protegidos en las calzadas para esperar la oportunidad de paso. Mediante la señalización, puede regularse la velocidad del tránsito que entra a una intersección. Las canalizaciones forzadas son muy efectivas en intersecciones en T, donde logran reducir la velocidad del flujo pasante.

En numerosas intersecciones de la ciudad se ha aplicado este tipo de solución, cuyo éxito ha dependido, en todos los casos, de su adecuado diseño.

Un caso especial de canalización forzada lo constituye el cierre de media calle. Consiste en la implantación de una isleta, generalmente triangular, que impide el paso en una de las dos manos de la vía, cuando por razones de ordenamiento de tránsito, una vía deja de funcionar como vía de doble sentido para pasar a ser de sentido único. Su efectividad está directamente ligada a la calidad del diseño, pues son susceptibles de ser vulneradas por los conductores.

2.2.5. Estrechamiento de la calzada

Consiste en el ensanchamiento de la acera junto a las esquinas o en medio de la manzana, generando en algunos casos espacios protegidos para el estacionamiento. Estas soluciones además de servir como reductores de velocidad de los vehículos por el estrechamiento de la vía, permiten la reducción del tiempo y de la distancia de la travesía para los peatones.

Se utilizan en intersecciones con grandes volúmenes de tránsito peatonal y donde los niveles de ruido asociados a otro tipo de dispositivos son inaceptables. Con este tipo de soluciones, se logra reducir la velocidad, especialmente en los vehículos que giran hacia la derecha. Como contrapartida, los ciclistas se ven obligados a mezclarse con el tránsito vehicular en las esquinas, generando mayores situaciones de inseguridad.

Para permitir una transición segura entre los distintos anchos de vía, el estrechamiento de la calzada debe realizarse en forma gradual.

Los realizados con tachas, permiten utilizar esta área como espacio de estacionamiento.

2.3. Otros tipos de atenuadores: .Bandas pintadas

Otro dispositivo, relativamente económico, que actúa ejerciendo un efecto psicológico sobre el conductor, son las bandas pintadas en el pavimento, transversales al sentido de circulación.

Actúan provocando sensación de mayor velocidad en el conductor, utilizando separaciones de bandas decrecientes en aproximación a puntos o zonas de peligro.

La disposición de las bandas viene regulada en función de la velocidad prevista a la entrada y de la velocidad que se pretende obtener al final del tramo demarcado.

En la ciudad de Córdoba son poco utilizadas, siendo más frecuente su aplicación en travesías urbanas.

3. EFECTIVIDAD DE LOS DISPOSITIVOS EN LA CIUDAD DE CÓRDOBA

Para seleccionar los dispositivos a estudiar se comenzó realizando un reconocimiento de los numerosos atenuadores del tránsito utilizados en la ciudad de Córdoba. Se seleccionaron dentro de los dispositivos más utilizados aquellos que por su diseño representaban las características medias de cada uno de ellos.

En todos los casos se efectuaron mediciones de velocidades en el tramo de aproximación y sobre el mismo dispositivo.

El tramo de aproximación se eligió teniendo en cuenta que estuviera suficientemente alejado del dispositivo, de manera que el tránsito no se viera influenciado por la presencia del mismo. Las características debían ser tales que los vehículos circularan a velocidad deseada; es decir, el tramo debía ser recto, sin la presencia de semáforos, cruces de calles o cualquier otro elemento que pudiese obstaculizar el flujo libre del tránsito.

3.1. Lomadas aisladas

Las tareas de relevamiento se efectuaron en la Avda. Costanera, sobre la margen sur del Río Suquía . Presenta un tránsito netamente urbano, con volúmenes de tránsito del orden de 1200 a 1400 veh/hora, sin presencia de vehículos pesados.

En esta zona, la sistematización del Río Suquía y la recuperación del Arroyo La Cañada modificaron el uso del suelo, convirtiendo lo que antes eran calles locales, en una vía de circulación rápida. Además, la función de esta arteria varía a través de los días, brindando básicamente la función de movilidad en los días hábiles, cuando la demanda es principalmente pasante y de accesibilidad los fines de semana y días feriados, donde las márgenes del río son utilizadas para la recreación de los habitantes de la ciudad.

Todo esto motivó los permanentes reclamos de los vecinos ante la Municipalidad de Córdoba, quien ha construido en los tramos más críticos, las denominadas “lomadas” o “lomos de burro”.

Las lomadas de los tramos en estudio presentan un buen diseño geométrico, con una flecha máxima de 100 mm.

Se relevaron las velocidades en el tramo de aproximación y sobre la lomada en el tramo comprendido entre Puente del Trabajo y Puente Octavio Pinto (lomada aislada).

Luego de procesados los tiempos de recorrido de los vehículos en los tramos de aproximación y sobre la lomada, se calcularon las velocidades medias y desviaciones estándar, cuyos resultados están vertidos en la Tabla N° 1.

Tabla 1: Velocidades medias y desviaciones estándar en tramos de aproximación y lomada.

	Velocidad Media	Desviación Estándar
Tramo	49	8
Lomada	26	7.25

Se observa una reducción de la velocidad del 47% entre el tramo de aproximación y la lomada.

3.2. Batería de lomadas

Se considera “batería de lomadas” al grupo de dispositivos que se desarrollan en forma continua, con una separación tal, que el efecto de reducción de velocidad logrado al abordar una de ellas, tiene influencia en la velocidad de ataque de la siguiente.

Se relevaron las velocidades en el tramo de aproximación y sobre la batería de lomadas (3 lomadas) en el tramo comprendido entre Puente Santa Fe y Puente Eliseo Cantón.

Luego de procesados los tiempos de recorrido de los vehículos en los tramos de aproximación y batería de lomadas, se calcularon las velocidades medias y desviaciones estándar, cuyos resultados están vertidos en la Tabla N° 2.

Tabla 2: Velocidades medias y desviaciones estándar en tramos de aproximación y batería de lomadas.

	Velocidad Media	Desviación Estándar
Tramo	47	7.06
Batería	40	4.4

El análisis de la tabla muestra una mayor dispersión de los resultados en el tramo de aproximación que en el correspondiente a la batería de lomadas, lo que es consistente con los resultados encontrados en la lomada aislada, pero la disminución promedio de velocidad operada en el mismo es de 7 Km/h,

3.3. Minirotonda

Este atenuador de tránsito se ha convertido últimamente en práctica habitual, especialmente en barrios residenciales.

En este trabajo sólo se presentan los resultados de una de ellas.

La mini rotonda seleccionada está ubicada en la intersección entre Avda. Richieri y Santa Marta. La Avda. Richieri es una vía colectora que sirve como corredor para el transporte público de pasajeros y divide al barrio Jardín Espinosa en dos zonas con actividades propias de áreas residenciales.

A esta rotonda de 7,20 metros de diámetro confluyen 6 ramas. Inicialmente estaba materializada con tachas reflectantes. Como consecuencia del uso y la falta de mantenimiento, se vio la necesidad de hacerla sobreelevada.

Los valores de velocidades medias y desviaciones estándar encontrados están resumidos en la Tabla N° 3.

Tabla 3: Velocidades medias y desviaciones estándar en tramos de aproximación y mini rotonda.

	Velocidad Media	Desviación Estándar
Tramo	50	8.8
Mini rotonda	36	8

Se observa una reducción de la velocidad del 28% entre el tramo de aproximación y la minirotonda.

3.4. Tablas

La Avda Dante Alighieri, eje principal del Parque Sarmiento, es una vía de doble sentido de circulación, con dos carriles por sentido y un ancho total del orden de los 18 m. Originariamente, su ingreso y egreso estaban delimitados por dos rotondas, que si bien obligaban a una disminución de la velocidad, la gran longitud del tramo entre ellas

permitía desarrollar altas velocidades, peligrosas para el intenso tránsito peatonal frecuente en esta zona, ya que se trata de un espacio verde que es utilizado para la recreación de los habitantes de la ciudad.

Con el fin de mejorar la seguridad en esta vía, y devolverle el uso para el cual había sido planificada, se construyó un cantero central divisorio de 3,30 m de ancho y se implantaron tablas sobre ambas manos, que a la vez sirvieron de sendas peatonales de cruce.

Las mediciones fueron efectuadas sobre la primera tabla en la mano de circulación Oeste-Este, para evitar la influencia de la reducción de la velocidad producida por el dispositivo anterior. La medición de velocidad en el tramo de aproximación, se realizó 200 m. antes de la tabla.-

Luego de procesados los tiempos de recorrido de los vehículos en el tramo de aproximación y sobre la tabla, se calcularon las velocidades medias y desviaciones estándar, cuyos resultados están vertidos en la Tabla N° 4.

Tabla 4: Velocidades medias y desviaciones estándar en tramos de aproximación y tabla.

	Velocidad Media (Km/h)	Desviación Estándar (Km/h)
Tramo	47	11
Tabla	24	8

Se observa una reducción de la velocidad del 49% entre el tramo de aproximación y la tabla.

4. CONCLUSIONES

Los resultados encontrados están resumidos en la Tabla 5.

Tabla 5: Velocidades medias en tramos de aproximación y sobre dispositivos.

Dispositivo Velocidad media	Lomada	Batería de lomadas	Tabla	Minirotonda
Tramo de aproximación	49	47	47	50
Sobre el dispositivo	26	40	24	36
% de reducción de Velocidad	47%	15%	49%	28%

Los censos de velocidad realizados en los tramos de aproximación demostraron que en todas las calles estudiadas la velocidad media oscila en los 50 Km /hora, lo que muestra cierta consistencia en las mediciones, por tratarse de calles urbanas.

Ante iguales velocidades de aproximación, los dispositivos que utilizan cambios estructurales en el pavimento tales como las lomadas y tablas demostraron ser los más eficientes en la reducción de velocidad (entre 47% y 49%), mientras que la minirotonda que apela al cambio de trayectoria produce disminuciones del orden del 28%, con velocidades medias en la zona del dispositivo de 36 Km/h.

Es de destacar que los reguladores que utilizan la aceleración vertical, implementados en forma aislada producen grandes disminuciones puntuales, pero las velocidades de aproximación son rápidamente recuperadas en el tramo siguiente. Para obtener una velocidad sostenida a lo largo de un tramo es aconsejable la utilización de baterías de lomadas o tablas, ya que según las mediciones realizadas, la batería de lomadas

produce una disminución del orden del 15%, obteniéndose una velocidad promedio en el tramo donde están instaladas de 40 Km/h.

Si bien todos estos dispositivos logran el fin perseguido, la disminución de velocidad, deben ser implementados con suma precaución, con un estudio previo de la necesidad de la instalación, seleccionando adecuadamente la medida más conveniente en cada caso, atendiendo las normas y respetando el entorno. Estos dispositivos mal ubicados, sin señalización adecuada o con dimensiones inaceptables, pueden convertirse en potenciales generadores de accidentes.

El grupo de trabajo considera que en todos los casos deben realizarse estudios pre y post ejecución de la medida, para comprobar los verdaderos efectos sobre el tránsito, la movilidad y la disminución de los accidentes.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su especial agradecimiento a la Ing. Carolina IwaKawa por su desinteresada colaboración en las tareas de campaña.

6. BIBLIOGRAFÍA

Albrieu, M. L., Galarraga, J. y Pastor, G., 1998 **Análisis de la influencia de la geometría de las lomadas sobre la velocidad de operación** . UNC, Córdoba, Argentina.

Antonelli, S. Y Otros. **Lomos de Burro: Correlación entre su perfil geométrico, la velocidad de sobrepaso y los efectos dinámicos sobre el vehículo y sus ocupantes**. UNRC, UNC, Córdoba, Argentina

Ayuntamiento De Madrid, 2000 **Instrucción de Vía Pública, Ficha 6.** Madrid,.

Berardo, M. G.. 2003, **Accidentes de Tránsito Análisis pericial científico Mecánico.**
Ed. Mediterránea, Córdoba, Argentina

DNV, **Estudio de seguridad Vial: Capítulo 1: Auditoría de Seguridad Vial**

GOLD, P. A., 1998, **Seguridad de Tránsito, Aplicaciones de Ingeniería para Reducir Accidentes.** BID.

Instituto De Investigaciones De Tráfico, **“Perfil tipo y recomendaciones. EE.UU.**

MOPT. 1992, **Carreteras Urbanas, Recomendaciones para su planeamiento y proyecto** DGC, Madrid

Municipality Of Anchorage Traffic Department. **Traffic Calming Protocol Manual.**

Tabasso Cammi, C.. 1999, **Los reductores de velocidad coactivos”,** Revista de Responsabilidad y Seguros N° 4, Montevideo.