

Método de los Escenarios de Riesgo: la nueva técnica para la implementación de Medidores Electrónicos de Velocidad y la eliminación de accidentes graves e fatales en el tránsito

Lúcia Maria Brandão

Proenge Engenharia Ltda - Teléfono y Fax: ++ 55 43 3024-4118

Gerencia de Tránsito

R. Luis Dias, 277, ap 31, Londrina - Paraná – Brasil, 86015440

e-mail: lbrandao@sercomtel.com.br

RESUMEN

Las situaciones potenciales de accidentes violentos en las vías públicas son resultado, principalmente, de la incompatibilidad entre la función viaria y la ocupación del suelo lindero, reflejándose en el conflicto entre movilidad y accesibilidad. Por ejemplo usuarios utilizando equivocadamente vías locales para el tránsito de paso, o la presencia de establecimientos comerciales en vías arteriales o de tránsito rápido, como atractivo de viajes a pié. En las rutas, a su vez, las deficiencias físicas son un factor importante en la producción de accidentes, en especial cuando no hay consistencia entre trechos adyacentes. Esas situaciones de la vía y del entorno contribuyen para la suceso del accidente, y caracterizan escenarios de riesgo. El Método tiene la finalidad de reducir y prevenir accidentes de tránsito por exceso de velocidad, reconocido como una de las principales causas de accidentes graves y fatales. Concebido con base en los fundamentos y criterios constantes en trabajos científicos, este estudio propone un método simple e innovador para instalación de equipos electrónicos de control de velocidad y orienta desde el reconocimiento de escenarios de riesgo de accidentes de tránsito, el procedimiento de jerarquización de los escenarios reconocidos, hasta el tratamiento adecuado para cada uno de esos locales. Este trabajo recomienda aun la velocidad límite adecuada a los escenarios de riesgo indicados y demuestra como la utilización de este método resulta en la mejor aplicación de los medidores electrónicos de velocidad, con bajo costo y buena aceptación de la población, eliminando accidentes graves y fatales.

PALABRAS CLAVE: movilidad, conflicto, accidentes

1. INTRODUCCIÓN

Las naciones desarrolladas han realizado estudios para reducir los accidentes de tráfico y minimizar sus daños para el individuo y la sociedad. En nuestro país, esta preocupación es más reciente, siendo incorporada a las actividades rutinarias de los órganos administradores de tránsito solamente tras la diseminación de manuales técnicos elaborados por iniciativa del gobierno federal, en conjunto con instituciones de enseñanza superior.

A pesar de estos esfuerzos, dificultades metodológicas son enfrentadas por el hecho de que los accidentes de tráfico son eventos raros e imprevisibles por la propia naturaleza, solamente observables tras su ocurrencia y no reproducibles para estudios científicos.

La dificultad de determinar las causas de los accidentes de tráfico en función de la variedad de factores que contribuyen para que ellos ocurran, asociada a circunstancias aleatorias, hacen ardua la tarea de elegir medidas realmente eficaces en la reducción de los accidentes y sus daños.

Las estadísticas de accidente de tráfico en ciudades brasileñas, cuando existentes, revelan que el peatón es la principal víctima del tránsito y que, en promedio, 40% de las muertes transcurren por atropello. Los accidentes de tráfico ocurren generalmente por la inhabilidad de los conductores y peatones en reconocer las situaciones de riesgo. Sin embargo, recientemente las estadísticas de muerte de ciclistas y de motoristas viene asumiendo posiciones relevantes mismo en las autovías (aunque en menor grado relativo).

Las situaciones potenciales de accidentes violentos presentes en las áreas urbanas son resultado, sobre todo, de la incompatibilidad entre la función viaria y la ocupación del área linderas, reflejándose en el conflicto entre movilidad y accesibilidad. Este es el caso de usuarios utilizando equivocadamente vías locales para el tráfico de pasaje y/o la presencia de comercio en vías arteriales o de tránsito rápido, como atractivo de viajes a

pie. Estas situaciones de la vía y del entorno contribuyen para la ocurrencia del accidente, e caracterizan escenarios de riesgo.

El Método de los Escenarios de Riesgo, propuesta en este documento, tiene el objetivo de reducir y prevenir accidentes de tráfico por exceso de velocidad, reconocido como una de las principales causas de accidentes graves y mortales. Concebido con base en los fundamentos y criterios constantes de trabajos científicos, disponibles en la literatura consagrada, el método identifica situaciones locales de riesgo, denominadas escenarios de riesgo en este manual, y la adecuación de la velocidad para límites seguros de tráfico, indicando como solución la implantación de medidores de velocidad en el auxilio a la fiscalización de los parámetros de velocidad definidos.

2. EL EXCESO DE VELOCIDAD COMO FACTOR COMPROBADO DE RIESGO

La velocidad como factor crítico en los accidentes de tráfico es ampliamente reconocida. La Organización Mundial de la Salud, OMS, revela que, en los países desarrollados, la velocidad contribuye, aproximadamente, con un 30% de las muertes en las carreteras, en cambio, en los países en desarrollo, la velocidad es el factor principal en un 50% de los accidentes de tráfico. (WHO, 2004)

La velocidad vehicular excesiva aumenta la frecuencia de accidentes porque reduce el tiempo disponible para decidir la maniobra correcta a una dada distancia y aumenta el tiempo o distancia necesaria para ejecutar la maniobra evasiva (parar o simplemente reducir la velocidad del vehículo, desviar de obstáculos o conflictos con peatones, ciclistas,...) Con la velocidad es más probable que se alcance el límite de resistencia del pavimento contra patinazos o el límite de estabilidad de los vehículos contra vuelcos, en los accidentes en curva (especialmente en los vehículos pesados). En caso de accidente, la velocidad de impacto es responsable por el nivel de daños y gravedad de heridas. Eso también se explica por las leyes de la Física. La energía cinética de un

vehículo en movimiento, es producto del montante de su masa veces su velocidad al cuadrado. En un accidente, la Velocidad Relativa de Impacto, VRI, de los cuerpos implicados (vehículo en movimiento y obstáculo a ese movimiento) determina la energía cinética a ser disipada en el choque o en la colisión por fricción, calentamiento y deformación de la masa de los vehículos. Generalmente, cuanto mayor la energía a ser disipada en la colisión, mayor el potencial de daños para los implicados, ocupantes del vehículo o peatones. El choque o colisión moviliza fuerzas muy grandes, que corresponden a una desaceleración drástica de los cuerpos (los vehículos y, lo más preocupante, sus ocupantes). La desaceleración ocurre en fracciones de segundo, y es tanto más intensa como mayor la Velocidad Relativa de Impacto entre los vehículos. Siendo la energía cinética determinada por el cuadrado de la velocidad del vehículo, en el caso de accidente, la probabilidad de heridas graves tiende, también, a aumentar en la misma proporción. Por ejemplo, un aumento de 10%, 30% y 50% en la velocidad (de 50 para 55, 65 y 75Km/h) resultaría, respectivamente, en 21%, 69% y 125% de aumento en la energía cinética y acarrearía un potencial de daño proporcionalmente mayor (Stuster et al., 1998).

Esas informaciones teóricas son ampliamente comprobadas por estudios empíricos, presentados en la obra original con el mismo nombre del presente texto.

3. MÉTODO DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO: UN NUEVO MÉTODO PARA APOYO A LA INTERVENCIÓN EN INGENIERÍA DE TRÁFICO

El Método de los Escenarios de Riesgo para reducción y prevención de Accidentes de Tránsito por Exceso de Velocidad (ATEV) fue desarrollado con base en los conceptos de las ciencias físicas, que explican la relación entre la velocidad y la incidencia y gravedad de daños en caso de accidente de tráfico, comprobando que existe un vínculo directo y exponencialmente proporcional entre la velocidad vehicular y la probabilidad de que ocurran accidentes, y más, entre la velocidad de impacto del(s) vehículo(s)

involucrado(s) y la gravedad de los daños derivados del accidente. Las etapas antes descritas, cuyo diagrama de flujo de procedimientos puede ser visualizado en el Diagrama 1, son discutidas y detalladas en los capítulos que están a continuación.

Etapas 1 - Reconocimiento de los escenarios de riesgo en ATEV

El reconocimiento de cada escenario (Etapa 1 del Método de los Escenarios de Riesgo) consiste en la determinación e identificación de lugares potencialmente críticos en ATEV.

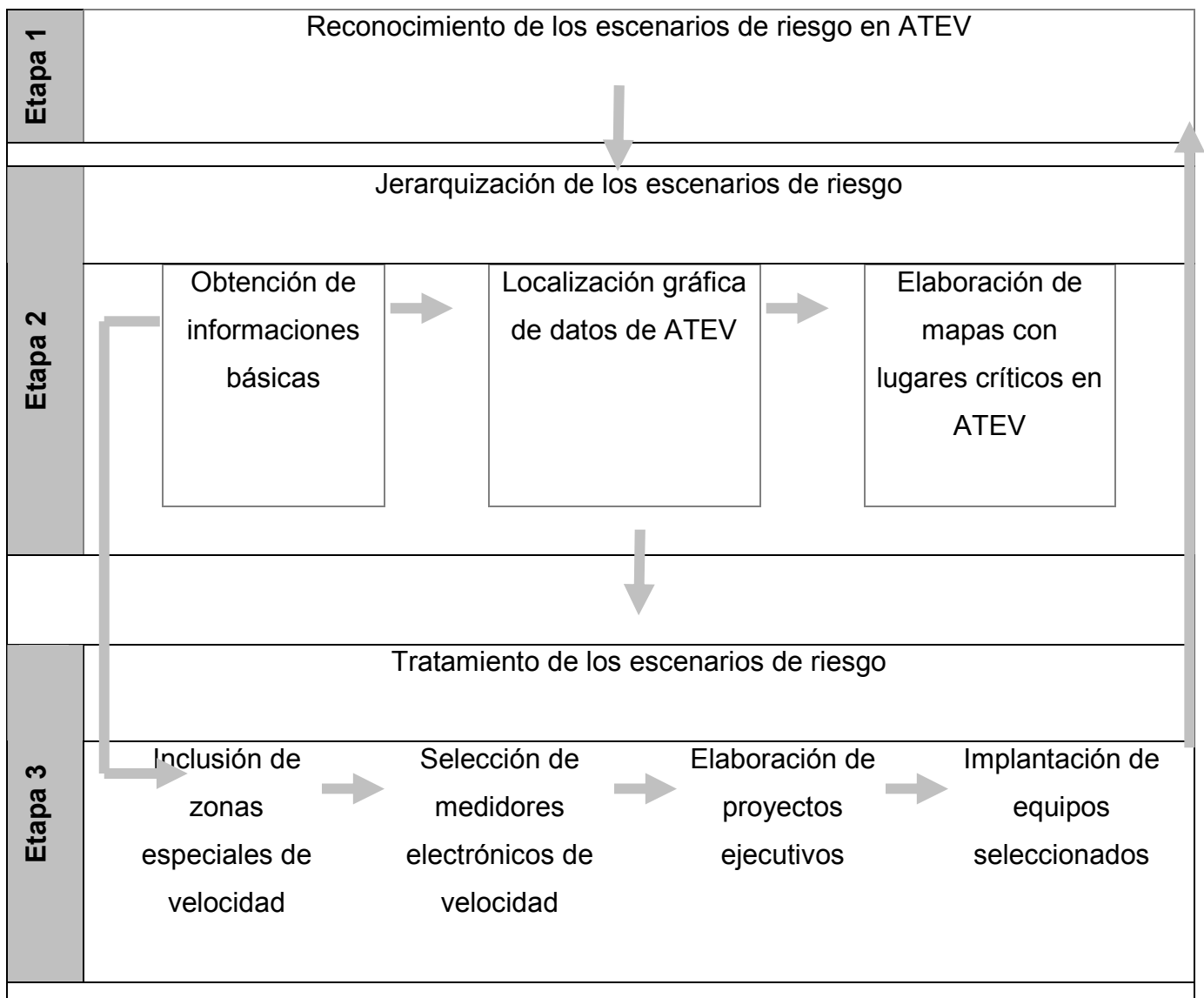


Diagrama 1 - Método de los Escenarios de Riesgo

Esta tarea busca levantar las características locales, observando su entorno y verificando la incompatibilidad de uso de la vía y su ocupación linderas, y otros componentes físicos y ambientales que puedan contribuir al conflicto. Esa verificación requiere la comprensión previa de la función viaria y requiere un riguroso levantamiento previo de las características viarias de la ciudad o área de estudio, como:

- a) levantamiento y localización de la red de vías estructurales, que incluye las vías de tránsito rápido, arteriales y colectoras;
- b) cuantificación y localización de polos generadores de tráfico, es decir, edificaciones de grande porte, responsables por la atracción y generación de gran volumen de viajes motorizados (escuelas, hospitales, centros de administración pública, parques, iglesias, bibliotecas públicas, shoppings, etc.);
- c) identificación y localización de áreas centrales de negocios, parques industriales o industrias de grande porte;
- d) identificación y localización de edificaciones que en general generan desplazamientos a pie (como escuelas, industrias, centros comerciales);
- e) identificación y localización de caminos de peatones en las proximidades de edificaciones generadoras de desplazamientos a pie;
- f) levantamiento de los procesos administrativos referentes a las solicitudes y reclamaciones de la comunidad, y de denuncia difundida en la prensa sobre lugares con peligrosidad en el tránsito;
- g) levantamiento de informaciones sobre construcción de nuevos polos generadores de tráfico y de mudanza de uso en edificaciones independientemente del porte.

Se debe proceder al análisis de las condiciones tipificadas por intermedio del Cuadro 6, para reconocimiento de las situaciones de riesgos potenciales de ATEV. Esas

condiciones de la vía y del entorno, una vez reconocidas, definen los Escenarios de Riesgo para el área de estudio. Los técnicos pueden complementar, cuidadosamente, los Escenarios Riesgos propuestos en el Cuadro 6 (y los parámetros correspondientes, recomendados más adelante). Sin embargo, esta actividad debe ser realizada cuidadosamente, con base en los procedimientos de evaluación de la etapa 4 o a criterio de expertos en seguridad vial.

Etapas 2 - Jerarquización de los escenarios de riesgo

En la Etapa 2, la jerarquización de los escenarios de riesgo debe ser iniciada por la identificación de los lugares críticos (LCs) en ATEV. Se examinan los datos disponibles sobre accidentes de tráfico para el área de estudio, para la elaboración de mapas de datos, considerando un periodo de referencia para análisis — por ejemplo, los últimos doce meses o año anterior a la realización del estudio. Los procedimientos para identificación de LCs en ATEV son descritos a continuación:

a) Obtención de informaciones básicas

Se refiere al levantamiento de datos de ATEV, es decir, aquellos que resultaron en heridos graves y, en especial, en víctimas mortales, una vez conocidas las relaciones entre velocidad y gravedad de los accidentes. Los datos de accidentes ocurridos durante el periodo en estudio deben ser obtenidos directamente de los BOs de la Policía Militar y complementados por informaciones constantes de los registros de la Policía Civil (a veces Comisaría de Tránsito), acompañamiento de víctimas en los hospitales locales, cuando el organismo administrador no mantenga Registro de Accidentes.

Importante destacar que la Policía Civil y la Militar están orientadas a elaborar su informe o boletín de ocurrencia con base en las caracterizaciones de la Norma Técnica Brasileña, presentadas a continuación. Para efecto de utilización del Método de los Escenarios de Riesgo, los tipos de accidentes serán resumidos a cuatro, de acuerdo con la convención presentada en el Cuadro 1 a continuación.

Tipos de Accidentes Según la Norma Técnica Brasileña	Tipos de Accidentes Según la Convención Adoptada por el Método de los Escenarios de Riesgo
Atropello	Atropello
	Accidente con Ciclista
Volcadura o Choque	Volcadura o Choque
Colisión Frontal	Colisión entre Vehículos
Colisión Posterior	
Embestida Lateral	
Embestida Transversal	

Cuadro 1 - Tipos de accidentes de tráfico según Norma Técnica Brasileña y según convención adoptada por el Método de los Escenarios de Riesgo

Se deben apuntar con detalles las informaciones sobre la identificación del lugar, el tipo de accidente, número de víctimas y la gravedad del daño personal de cada una (si es con herida grave o víctima mortal), utilizándose el Formulario - Datos Básicos por Accidente, según modelo presentado en la obra completa.

Algunas peculiaridades que puedan afectar la eficacia del control de velocidad debe ser anotadas para posterior ponderación, ya sea del lugar o de la circunstancia del accidente (por ejemplo, la velocidad probable o el uso de alcohol)

b) Cálculo del peso de los accidentes por tipo de lesión y lugar.

De posesión de los datos sobre los accidentes con víctimas mortales y víctimas con heridas graves, por lugar potencialmente crítico en ATEV, ocurridos durante el periodo de análisis, se deben codificar los datos levantados y calcular el peso de los accidentes según el total de accidentes por la gravedad de la lesión. Las operaciones se basan en el “criterio de la ponderación de la gravedad del accidente”.

Las informaciones sobre cantidad de accidentes por tipo y gravedad de la lesión deben ser apuntadas en el Formulario 1, en la casilla correspondiente, como solicitado. Los pesos por tipo de lesión deben ser atribuidos a cada accidente y totalizados por tipo de accidente, debiendo ser apuntados en las casillas correspondientes del mismo Formulario.

Excepcionalmente, pueden ser excluidos los accidentes para en los que el control de la velocidad no sea eficaz para evitar el hecho o reducir su gravedad (por ejemplo, cuando los involucrados eran fugitivos y policía en persecución o cuando un peatón perdió el equilibrio frente a la presencia de un vehículo lento y la fatalidad sobrevino como consecuencia de una contusión ocurrida en la caída).

c) Totalización de los pesos de los accidentes por LC

Los pesos por tipo de lesión atribuidos a cada accidente deben ser totalizados por Lugar Crítico y apuntados en las casillas correspondientes del Formulario 2 - Peso en ATEV de los Lugares críticos, conforme modelo presentado en la obra completa.

d) Representación gráfica de los datos y elaboración de mapas

Los pesos totalizados para cada lugar crítico deben ser situados en el mapa del área de estudio preparado previamente, exactamente sobre el lugar de su ocurrencia. Se debe intitular el referido mapa como “Mapa 2 - Lugares críticos”.

La anotación recomendada incluye, además de la Localización de la simbología de lugar crítico en ATEV, el identificador de la gravedad en accidentes para el lugar (peso totalizado en accidentes con lesiones graves y mortales), seguido de los identificadores del tipo de accidente que resultó en el mayor número de víctimas mortales o que presenta mayor peso para el lugar, siendo: (A) atropello de peatones; (B) atropello de ciclista; (C) colisión entre vehículos; (D) volcadura/choque con objeto.

La verificación de los pesos de los accidentes totalizados por lugar sobre el “Mapa 2 - Lugares críticos” posibilita clasificar esos LCs por gravedad, permitiendo priorizar la

atención a los lugares que presentan mayor gravedad y, por lo tanto, exigen urgencia de tratamiento.

Del Mapa 2, documento generado en la Etapa 2 de la Método de los Escenarios de Riesgo, se genera la jerarquización de los Lugares Críticos en ATEV, para que se puedan determinar los locales que presentan urgencia de tratamiento. Teniendo preferencia los LCs con mayor peso en accidentes, considerando también su orden de importancia en cuanto al tipo de accidente que más resultó en víctimas mortales o representa el mayor peso para el local. La jerarquía de los LC's, en cuanto al tipo de accidente, recomendada por este método está sintetizada en el Cuadro 2, a continuación.

Tipo de Accidente	Orden de Importancia	Código Identificador del Tipo de Accidente
Atropello	1°	A
Accidente con Ciclista	2°	B
Colisión entre Vehículos	3°	C
Volcadura o Choque	4°	D

Cuadro 2 - Orden de Importancia de los Accidentes por Tipo - Método de los Escenarios de Riesgo

Si ningún otro aspecto indica la existencia de alto riesgo, los escenarios sin ningún histórico en accidentes presentan menor urgencia de tratamiento, y por este motivo deberán estar al final de la lista de prioridad. Probablemente son lugares con nuevos polos generadores de tráfico o edificaciones que sufrieron recientemente mudanza en el uso. Recordando que todos los escenarios de riesgo reconocidos deben ser tratados con la urgencia posible.

La inferencia sobre la existencia de alto riesgo latente debe ser basada en la semejanza con los Escenarios de Riesgo responsables por la existencia de índices inaceptables en

otros lugares (los análisis de conflictos de tráfico o las auditorías de seguridad vial pueden ser utilizadas para comprobar tal riesgo). En esta circunstancia no se debe esperar por el accidente para introducir las medidas destinadas a promover la seguridad en el tránsito. Además de la prevención, el tratamiento uniforme de tramos con escenarios similares apoya la eficacia y la comprensión de las intervenciones por los ciudadanos.

Etapas 3 - Tratamiento de los escenarios de riesgo

Con el Mapa 2 elaborado, se pasa a la Etapa 3 del Método de los Escenarios de Riesgo, referente al tratamiento de los escenarios de riesgo identificados como prioritarios, es decir, los lugares críticos en ATEV. El tratamiento de esos lugares debe culminar en la selección, proyecto e implantación del equipo medidor de velocidad más adecuado a cada escenario reconocido. Sin embargo, medidas preliminares deben ser efectuadas en relación a la fijación de límites de velocidad para los tramos de vías al que pertenece cada uno de los LC

El efecto general a favor de la seguridad de tránsito producido por la limitación de la velocidad tiene que ser utilizado con cuidado, en favor del ciudadano.

Según los trabajos clásicos (TRB, 1998), existen tres razones básicas que justifican el establecimiento de límites de velocidad:

- la imposición de riesgos y costes (no compensados) a terceros por la elección inadecuada de velocidad por conductores individuales, relativos a los daños y heridas producidos en los accidentes, pero también a los costes de vigilancia, embotellamientos, entre otros, traídos a la sociedad;
- la existencia de información inadecuada que limita la habilidad de los conductores en evaluar la velocidad que sería segura en un lugar específico, en especial si él no es un usuario habitual del lugar y hay características inesperadas;
- la existencia de errores de juicio de los conductores en relación al efecto real de la velocidad sobre el riesgo de accidentes o sobre su gravedad.

A estas razones, se podrían añadir el hecho de que los accidentes de tráfico (en especial los más graves) alcanzan aspectos personales y producen efectos irreparables (muerte y sufrimiento personal), imposibles de ponderar e incorporar totalmente en las evaluaciones de los costes sociales de los accidentes.

Concepto de Velocidad Operacional

Según la AASHTO – American Association of State Highway and Transportation Officials, la velocidad operacional y la “velocidad en que los automovilistas son observados manejando sus vehículos es en condiciones de libre flujo. El percentil 85 (V85) de la distribución de las velocidades observadas es la medida de la velocidad operacional más usada en relación a la localización ó característica geométrica particular” (Policy on Geometric Design of Highways and Street – 2001 – Cap. 2, p. 67). La velocidad operacional es la medida más apropiada de límite de velocidad para autovías (y carreteras) y vías urbanas, cuando sus características constructivas atienden a los parámetros de proyectos constantes de las normas y literatura técnica relacionadas, en condiciones ideales de tiempo, iluminación y de pavimento.

Procedimientos para obtención de la velocidad operacional

1. Seleccionar el periodo del día en que la actividad linder a al tramo de vía en estudio sea significativa, cuando ésta exista;
2. Medir la velocidad de la corriente de tráfico en condiciones de flujo libre, tiempo bueno y buenas condiciones generales de la vía, para los 100 primeros con una regla conveniente, o por un periodo de 2 horas, debiendo encerrar cuando una de las dos condiciones sea alcanzada;
3. Identificar la cantidad de vehículos que practicaron cada una de las velocidades medidas;
4. Calcular el total acumulado de vehículos por velocidad identificada, en orden creciente, del más lento al más rápido;

5. Multiplicar el total de vehículos muestreados cuyas velocidades fueron medidas, por 0,85 (identificando el vehículo que corresponde al percentil 85);
6. Verificar a qué velocidad en la columna de los totales acumulados corresponde el resultado obtenido en el ítem anterior. Esa velocidad corresponde a la velocidad operacional.

La definición de velocidades diferenciadas y reducidas, también conocida como inclusión de Zonas Especiales de Velocidad, para el área de estudio, en los tramos de vías a los que pertenecen los LCs, puede basarse en los procedimientos y criterios complementarios presentados en el ítem anterior. La expresión Zonas de Velocidad (Speed Zone) es utilizada en países desarrollados, a ejemplo de Inglaterra y Estados Unidos, para establecer pistas de velocidad adecuadas a cada tramo característico de una misma vía.

En el caso específico de la presente Metodología, el Cuadro 6 presenta recomendaciones para la definición de zonas especiales de velocidad, haciendo corresponder un límite de velocidad a cada escenario de riesgo reconocido para los tramos de vía con un LC. Dichas recomendaciones fueron elaboradas con base en la experiencia profesional del autor y en los estudios de ingeniería de tráfico.

En la fase actual de conocimiento, esta misma estrategia basada en valores extraídos de la experiencia de expertos puede ser encontrada en otros trabajos, como por ejemplo la más detallada directriz para definición de límites de velocidad, Setting of Speed Limits 2003 (LTSA, 2003), y el informe intitolado Balance Between Harm Reduction and Mobility in Setting Speed Limits: la Feasibility Study (SZWED et al., 2005). Ambos presentan procedimientos basados en juicio de profesionales expertos que ya alcanzaron más de una década de utilización.

Selección de equipos medidores de velocidad

Definida como la utilización de equipos electrónicos para controlar el cumplimiento de las normas relacionadas a la velocidad de los vehículos, la Fiscalización Electrónica de Velocidad (FEV) está reduciendo los costes en accidentes de tráfico en Brasil desde el inicio de la década de 90. Salvando vidas y eliminando la gravedad de accidentes que no pudieron ser evitados, la FEV identifica vehículos con velocidad superior a la permitida para el lugar, registrando los datos básicos de las infracciones cometidas, para posteriores medidas punitivas a los infractores por la Autoridad de Tránsito. La FEV permite, además, medidas de control de tráfico (volumen de tráfico o clasificación volumétrica, por ejemplo) y su utilización en el apoyo a la gestión del tránsito local.

A través del registro de la infracción por los equipos electrónicos, la Autoridad de Tránsito comprueba la ocurrencia para emisión del Auto de Infracción. La Autoridad de Tránsito, tras juzgar la consistencia del Auto de Infracción, aplica la penalidad y/o medida administrativa admisible al infractor.

Modelos de equipos medidores de velocidad por tipo

Considerando los diversos modelos de equipos y su aplicabilidad a las situaciones de tráfico y riesgo de accidentes, a seguir vemos las principales características de los diferentes modelos de MEVs.

Tope Electrónico

→ **Características Básicas:** Proyecto de ingeniería y señalización en el lugar de instalación; Estructura ostensiva del tipo pórtico o tótem; Conjunto de bombillas indicadoras; *Display* marcador de velocidad; Capacidad de monitorización general; Registro automático de imágenes y datos.

→ **Indicación:** Adecuada para cualesquiera tipos de vía – autovía, expresa, arterial, colectora o local - en tramos que necesiten de fiscalización permanente para asegurar la circulación de vehículos dentro del límite máximo de velocidad reglamentado.

La estructura ostensiva del tope electrónico contribuye para condicionar los conductores a respetar la velocidad, siendo en especial indicada para áreas con restricción de visibilidad y de conflicto peatones x vehículos.

Bandera

→ **Características Básicas:** Proyecto de ingeniería y señalización en el lugar de instalación; Estructura ostensiva en semi-pórtico; Luz intermitente indicadora; Capacidad de monitorización general; Registro automático de imágenes y datos.

→ **Indicación:** Adecuada para autovías, tramos expresos y vías arteriales, en lugares que necesiten de fiscalización permanente para condicionar los conductores a una velocidad segura establecida.

Indicada para áreas de circulación intensa de vehículos y con restricción de visibilidad.

Policía Electrónica

→ **Características Básicas:** Proyecto de ingeniería y señalización en el lugar de instalación; Estructura discreta; Capacidad de monitorización general; Registro automático de imágenes y datos

→ **Indicación:** Adecuado para autovías, tramos expresos y vías arteriales, en lugares que necesiten de fiscalización permanente en grandes extensiones, evitando significativa variación de velocidad en el flujo de tráfico.

Radar móvil/estático

→ **Características Básicas:** Estructura discreta, instalada en trípode, vehículos o sobre puentes y pasajes a nivel; Capacidad de monitorización general; Registro automático de datos, con o sin captura de imágenes.

→ **Indicación:** Adecuado para autovías, tramos expresos y vías arteriales, en lugares y períodos que necesiten de fiscalización eventual del respeto a la velocidad reglamentada.

Radar Portátil

→ **Características Básicas:** Estructura discreta; Capacidad de monitorización selectiva; Modelo con o sin captura de imágenes.

→ **Indicación:** Adecuado para autovías, tramos expresos y vías arteriales, en lugares y períodos que necesiten de fiscalización eventual del respeto a la velocidad reglamentada.

Su operación exige la presencia de la autoridad de tránsito o de su agente.

Las tecnologías de detección pueden variar entre uno y otro tipo de equipo. Los detectores intrusivos (espiras en loop instalados bajo el pavimento) son usuales en las instalaciones fijas, pero otros métodos pueden también ser usados. En las instalaciones estáticas, móviles y portátiles, son más comunes los equipos de radar (que detectan y miden velocidades con base en la reflexión de ondas electromagnéticas y en el llamado efecto Doppler). En este campo, nuevas tecnologías surgen o maduran cada día.

Constituyendo la forma más eficaz de obtener el comportamiento adecuado de conductores de vehículos en el tránsito por regla general, la implantación de MEVs tiene como principal objetivo evitar la ocurrencia de accidentes de tráfico, pues, al inducir el conductor de vehículo a transitar en la velocidad reglamentada, garantiza que la distancia entre el vehículo y el lugar de peligro sea suficiente para permitir visibilidad, percepción, reacción y parada, antes de alcanzar el lugar de conflicto potencial.

Con base en las informaciones sobre aplicación y utilización de los diferentes modelos de MEVs, presentados, el Método de los Escenarios de Riesgo recomienda la instalación de los siguientes equipos para cada uno de los diferentes escenarios, de acuerdo con el Cuadro 3.

Cód.	Escenarios de Riesgo	Zona Especial de Velocidad	Ponderaciones
1	Vía de tránsito rápido o arterial con fuerte presencia de edificaciones comerciales o de servicios.	40 a 50	En función de la visibilidad y interferencias

2	Vía de tránsito rápido o arterial con presencia de polo generador de viajes a pie o camino de peatones.	30 a 50	existentes En función de la visibilidad y de la dificultad para la circulación de peatones o ciclistas
3	Vía de tránsito rápido o arterial con presencia de polo generador de viajes en la modalidad ciclista o camino de ciclista.	30 a 50	En función de la visibilidad y de la dificultad para la circulación de peatones o ciclistas
4	Vía arterial o colectora con presencia de escuelas y caminos de peatones.	30 a 40	En función de la dificultad para la circulación de peatones o ciclistas
5	Vía arterial o colectora con presencia de escuelas y caminos de ciclistas.	30 a 40	En función de la dificultad para la circulación de peatones o ciclistas
6	Vía local central (centro de negocios) con indebido tráfico de paso.	30 a 40	Para penalizar flujo de paso
7	Vía local con indebido tráfico de paso en función de nueva conexión por ella propiciada (vías en proceso de alteración de su función).	30 a 50	En función de las interferencias existentes
8	Tramo vial con caminos de peatones, en las proximidades de cruzamiento con o sin semáforo.	30 a 50	En función de la visibilidad y de la dificultad para la circulación de peatones o ciclistas
9	Tramo vial con caminos de ciclistas, en las proximidades de cruzamiento con o sin semáforo.	30 a 50	En función de la visibilidad y de la dificultad para la circulación de peatones o ciclistas
10	Vía de tránsito rápido o arterial con entrada/salida de polo generador de tráfico antes, durante o después de tramos en curva.	50 a 60	En función de la visibilidad existente
11	Vía de tránsito rápido o arterial con entrada/salida de polo generador de tráfico con ausencia de <i>taper</i> de transición de ingreso/egreso.	30 a 60	En función de la visibilidad existente y de la velocidad del flujo de ingreso/egreso
12	Vía arterial en tramo sin ocupación del suelo lindero.	50 a 70	En función de la visibilidad existente
13	Vía arterial semaforizada con tramos extensos entre cruzamiento (400 a 500m)	50 a 70	En función de la visibilidad existente
14	Cruce o tramo vial de acceso el área urbana en las proximidades de cruzamiento	50 a 70	En función de la visibilidad existente e interferencia de

	semaforizado o no, con fuerte presencia de vehículo de cargas en la autovía		los vehículos de carga
15	Vía de tránsito rápido, arterial o autovía, presentando parámetros físicos incompatibles con la seguridad local (radios de curvas, sobreeanchura, sobreelevación insuficientes)	50 a 70	En función de la compatibilidad con los parámetros físicos existentes.
16	Vía de tránsito rápido, arterial o autovía, presentando defectos en el pavimento o drenaje deficiente	50 a 70	En función del riesgo de pérdida de control
17	Tramo vial, vía de tránsito rápido o arterial durante grandes eventos o picos de temporadas	a criterio de la autoridad de tránsito	En función de la velocidad reglamentada para la vía

Cuadro 3- Tipificación de los Escenarios de Riesgo y recomendación de Zonas Especiales de Velocidad y indicación de modelos de medidores electrónicos de velocidad

BIBLIOGRAFÍA

AARTS, L.; SCHAGEN, I. 2006. **Driving Speed and the Risk of Road Crashes: a Review**, Accident Analysis and Prevention, tomo 38, no.2, pp.215-224.

AASHTO - American Association of State Highway and Transportation Officials. 2001. **A policy on geometric design of highways and street**. Washington, D.C.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1989. **Pesquisa de Acidentes de Trânsito**, NBR 10697/TB331. Brasil.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1993. **Relatório de Acidentes de Trânsito**, NBR 12898. Brasil.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1993. **Símbolos Gráficos dos Diagramas de Acidente dos Relatórios de Acidentes de Trânsito - Simbologia**, NBR 10696. Brasil.

ASHTON, S. J. 1982. **Vehicle Design and Pedestrian Injuries** in Chapman et al. **Pedestrian Accidents**, John Wiley and Sons Ltd., . Washington, D.C.

BOWIE Jr, N.N.. e WALTZ, M. 1994. **Data Analysis of the Speed-Related Crash Issue**, Auto and Traffic Safety, tomo.2, Winter.

BRASIL. **Código de Trânsito Brasileiro**. 1997. Ley Federal nº 9.503, de 23 de septiembre de 1997.

CANNELL, Alan E. R. e GOLD, Philip A.. 2001. **Reduzindo Acidentes: o Papel da Fiscalização de Trânsito e do Treinamento dos Motoristas**. Banco Interamericano de Desenvolvimento. Washington D.C., EUA.

CET Companhia de Engenharia de Tráfego. 1980. **Redução dos acidentes de tráfego, Proposta de medidas para um plano de ação**. Boletín Técnico Nº 2, São Paulo. Brasil.

CHAPMAN, A.J.; WADE, F.M.; FOOT, H.C. (eds). 1982. **Pedestrian Accidents**. Winchester, Inglaterra: John Wiley & Sons Ltd., p.177.

CONTRAN - Conselho Nacional de Trânsito. 2005. **Sinalização Vertical de Regulamentação**, tomo.1 del Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, oficializado pela Resolução 180/05, Brasília, Brasil.

DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito. 1987. **Manual de identificação, análise e tratamento de pontos negros**. 2ª edição, Brasília, DF, Brasil.

_____. 2000. **Manual brasileiro de sinalização de trânsito - sinalização de áreas escolares**. Ministerio de Justicia, Brasilia, DF, Brasil.

DNER/IPR - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem e Instituto de Pesquisas Rodoviárias. 2004. **Pesquisa estimativa de custos dos acidentes de trânsito nas rodovias federais**. Rio de Janeiro, Brasil.

ELVIK, R. 2002. **Optimal Speed Limits**, in **Transportation Research Record** 1818, pg.32-38, England.

ELVIK, Rune. 1995 **An Analysis of Official Economic Valuations of Traffic Accident Fatalities in 20 Motorized Countries**, in **Accident analysis and prevention**. tomo 27/no.2, pp.237-247, England.

FHWA - Federal Highway Administration. 2003 **MUTCD - Manual on uniform traffic control devices. millennium edition**. US Department of Transportation, EUA.

_____. 1985. **Speed limit synthesis: technical summary synthesis of speed zoning practice**. Report No. FHWA/RD-85/096. McLean, Virginia, EUA.

GOLD, Philip A.. 1998. **Segurança de trânsito - Aplicações de engenharia para reduzir acidentes**. Banco Interamericano de Desenvolvimento, Washington D.C., EUA.

HAUER, E. 1997. **Observational Before-After Studies in Road Safety**, Pergamon.

IPEA - Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas. 2003. **Pesquisa sobre impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas**. Relatório Síntese, Brasília, Brasil.

Kloeden, C.N.; McLean, A.J.; Moore, V.M.; Ponte, G. 1997. **Travelling Speed and the Rate of Crash Involvement** Report CR 172, Tomo 1 (Findings), Federal Office of Road Safety, Canberra, Australia.

LEAF, W.A.; PREUSSER, D.F. 1999. **Literature Review on Vehicle Speeds and Pedestrian Injuries**, DOT-HS-809-021, National Highway Traffic Safety Administration, Department of Transport, EUA.

LIMPERT, R. 1995. **Motor Vehicle Accident Reconstruction and Cause Analysis**, The Mitchie Co., Law Publishers. England.

LTSA-Land Transport Safety Authority. **Setting of Speed Limits 2003** - Land Transport Rule, New Zealand, 2003.

MARTINEZ Fo., A.; RODOLPHO, A.J.; MORI, J.; MATIAS, L.C.; FERNANDES, M.; SOARES Fo., M.P. 1995. **Auditoria de Segurança Viária**, Boletín Técnico N° 1, INST - Instituto Nacional de Segurança de Trânsito. Brasil.

MT - Ministerio de Transportes. 2002. **Procedimentos para o Tratamento de Locais Críticos de Acidentes de Trânsito**. Programa PARE, Brasil.

OECD - Organization for Economic Co-operation and Development. 1997. **Road Safety Principles and Models**, OECD/GD(97)153, Francia.

PIETRANTONIO, Hugo. 1991. **Pesquisa sobre análise de conflitos de tráfego em interseções**. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas IPT, Brasil.

STUSTER, J.; COFFMAN, Z.; WARREN, D. 1998. **Synthesis of safety research related to speed and speed limits**. FHWA-RD-98-154, Federal Highway Administration, EUA.

SZWED, N.; FILDES, B.; LANGFORD, J.; ANDREA, D.; SCULLY, J. 2005. **Balance Between Harm Reduction and Mobility in Setting Speed Limits: a Feasibility Study**, in Austroads Research Report, AP-R272/05. Australia.

TRB - Transportation Research Board. 2000. **HCM - Highway Capacity Manual**. Special Report 209. Transportation Research Board / National Research Council, Washington, D.C..

TRB - Transportation Research Board. 1998. **Managing Speed - Review of Current Practice for Setting and Enforcing Speed Limits**, Special Report 254, Transportation Research Board/National Research Council, Washington, USA.

WHO - World Health Organization. 2004. **World Report on Road Traffic Injury Prevention**, Suiza.