

Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte



Seguridad vial y medidas de gestión

Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte

Seguridad vial y medidas de gestión



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Secretaría
TRÁNSITO Y TRANSPORTE

C&M
Cal y Mayor y Asociados

Bogotá, D.C., Colombia, octubre de 2005

*Manual de Planeación y Diseño para la
Administración del Tránsito y el Transporte*

Primera edición: 1998

Segunda edición: octubre de 2005

Tomo V. Seguridad vial y medidas de gestión

**Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.
Secretaría de Tránsito y Transporte**

Secretario de Tránsito y Transporte	Carlos Eduardo Mendoza Leal
Subsecretario técnico	Heriberto Triana Alvis
Interventor	William Fernando Camargo Triana
ISBN	958-97712-5-4
	Contrato 133 de 2004
	Bogotá, D.C., octubre de 2005

Dirección editorial, diseño y diagramación	Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería Avenida 13 No. 205-59
Directora editorial	Jimena Lemoine Garzón
Coordinación editorial	Jorge Cañas Sepúlveda
Diseño de carátula	Luisa Fernanda Manrique
Impresión digital	Logofomas S.A.



MANUAL DE PLANEACIÓN Y DISEÑO PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL TRÁNSITO Y EL TRANSPORTE



CONTENIDO GENERAL

RECONOCIMIENTOS	IX
AGRADECIMIENTOS	XI
PRESENTACIÓN	XIII
INTRODUCCIÓN	XIX
RESUMEN	XXI
CAPÍTULO 1. LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL URBANA	
1.1 Enfoque general	1-6
1.2 Enfoque estratégico	1-8
1.3 Enfoque operativo	1-14
Referencias bibliográficas	1-21
CAPÍTULO 2. IDENTIFICACIÓN Y ESTUDIO DE SITIOS, CORREDORES Y SECTORES PELIGROSOS	
2.1 Enfoque general	2-6
2.2 Identificación y priorización del problema	2-6
2.3 Estudio de sitios, corredores y sectores peligrosos	2-14
Referencias bibliográficas	2-20
CAPÍTULO 3. MEDIDAS DE GESTIÓN	
3.1 Medidas estratégicas	3-8
3.2 Medidas en tránsito	3-18
3.3 Medidas en transporte público	3-49
3.4 Otras medidas	3-60
Referencias bibliográficas	3-65
CAPÍTULO 4. TRÁNSITO CALMADO	
4.1 Calmar el tráfico	4-8
4.2 Razones del tráfico calmado	4-11
4.3 Pacificación de la velocidad	4-14
4.4 Implantación	4-16
4.5 Estructuras de pacificación del tráfico	4-18
4.6 Tráfico calmado mejorando la movilidad peatonal	4-41
Referencias bibliográficas	4-51
GLOSARIO	

RECONOCIMIENTOS

De la Secretaría de Tránsito y Transporte de Bogotá

Dr. Carlos Eduardo Mendoza Leal	:	Secretario de Tránsito y Transporte (STT)
Dr. Heriberto Triana Alvis	:	Subsecretario técnico de la STT
Esp. Luis Eduardo Acosta Medina	:	Asesor Subsecretaría Técnica
Esp. Betty Luz Castro Morales	:	Asesor Subsecretaría Técnica
Esp. William Fernando Camargo Triana	:	Interventor
Esp. Elber Pérez Walteros	:	Interventor
Esp. Martha Constanza Coronado Fajardo	:	Supervisora. Toma de información parámetros tránsito
Esp. Juan Carlos Montenegro Arjona	:	Semaforización Electrónica
Esp. Ricardo José Peña Lindarte	:	Estacionamientos
Ing. Luis Manuel Puentes Vega	:	Asesor Subsecretaría Técnica

Del consultor (Cal & Mayor y Asociados, S.C.)

MSc. Marcos Noguerón	:	Director de Consultoría C&M
Esp. Jenny Landaeta Espinosa	:	Gerente de proyecto
MSc. Santiago Henao Pérez	:	Director del proyecto
MSc. Óscar Salcedo Yusti	:	Aseguramiento de la calidad
MSc. Mauricio Carvajal Benítez	:	Especialista general y líder del desarrollo del <i>Manual</i>
MSc. James Cárdenas Grisales	:	Asesor en Ingeniería de Tránsito
MSc. Marco Antonio Hinojosa	:	Asesor en Planeación del Transporte
PhD. Domingo Ernesto Dueñas	:	Asesor en Transporte Público
Ing. Jean Christian Trujillo Gómez	:	Asesor en Modelación del Transporte
MSc. Luis Ángel Guzmán	:	Ingeniero de apoyo. Calibración de Parámetros del Tránsito y Métodos
Esp. Nidia Castellanos Acosta	:	Ingeniero de apoyo. Transporte Público
Esp. Maritza Villamizar Roperio	:	Ingeniero de apoyo. Seguridad Vial
Esp. Edna Rodríguez Alemán	:	Ingeniero de apoyo. Seguridad Vial y Glosario
Esp. Pedro Julián Gómez Higuera	:	Ingeniero de apoyo. Tránsito
Esp. Andrés Felipe Guzmán Valderrama	:	Ingeniero de apoyo. Modelos y Planeación del Transporte

AGRADECIMIENTOS

Como soporte técnico para mejorar la normalización y estandarización de procesos de contratación, supervisión y ejecución de estudios y monitoreos al tránsito, relacionados con la planeación, diseño, operación y mantenimiento de proyectos y elementos del tránsito y transporte de la capital del país, la Alcaldía de Bogotá, a través de la Secretaría de Tránsito y Transporte, se comprometió con la actualización del *Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y el transporte* versión 1998, que contribuirá al desarrollo organizado, sostenible y armónico de la ciudad y del país, esperando trascender las fronteras y llegar a nuestros países vecinos, por tratarse de un esfuerzo pionero en esta región del mundo.

Cal & Mayor y Asociados, S.C., empresa consultora encargada de la ejecución de este trabajo, manifiesta su profundo agradecimiento a todas las personas y entidades que de una u otra manera contribuyeron positivamente en la actualización del *Manual*, en especial a la Alcaldía de Bogotá, la Secretaría de Tránsito y Transporte, al Instituto de Desarrollo Urbano, el Departamento Administrativo de Planeación Distrital, Transmilenio, así como a la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad Tecnológica y Pedagógica de Colombia en Tunja, la Universidad de los Andes y la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

Se agradece muy especialmente al grupo consultor “Consortio Movilidad Urbana 2004”, constituido por las empresas consultoras presididas por los ingenieros consultores Alfredo Ardila Ariza y Sergio Pabón Lozano, quienes a través de un contrato de toma de datos de campo con la STT, obtuvieron la mayor parte de los datos necesarios para la calibración de parámetros de tránsito, con excepción de la determinación de los límites de los niveles de servicio para vías multicarriles en el contexto urbano y el factor de ajuste para obstrucción de peatones en giro derecho en intersecciones semaforizadas, estudios que realizó directamente la empresa Cal & Mayor y Asociados.

Agradece también a su grupo de profesionales y asesores, con especial mención para el doctor Guido Radelat Egües quien además de su reconocida experiencia en el ámbito mundial e indiscutible calificación profesional y humana, aportó la concepción general del manual anterior. Adicionalmente se da gracias al ingeniero Domingo Ernesto Dueñas por sus aportes, los cuales representan muchos años de investigación en el tema del transporte público y generan un importante soporte técnico y una visión fresca sobre el tema.

Por otro lado, agradecemos la participación en los talleres de divulgación de profesionales, consultores independientes y empresas,

así como también de entidades públicas, ya que sus valiosos aportes, recomendaciones y sugerencias sirvieron para terminar de estructurar y consolidar la primera actualización del *Manual*. Especialmente se agradece la información suministrada por el ingeniero Richard Blanco, del Instituto de Desarrollo Urbano, encargado de proyectos en el área de ciclorrutas, y al licenciado Óscar Ruiz Brochero, jefe de la

oficina de recreación del Instituto Distrital para la Recreación y el Deporte.

Estas personas, con su dedicación y experiencia, elaboraron una obra de calidad internacional, que será de gran utilidad para el medio latinoamericano y que, sin duda, constituye un orgullo y ejemplo de alta gestión de la administración distrital.

PATRICIO CAL Y MAYOR LEACH
PRESIDENTE

PRESENTACIÓN

La actualización del HCM (*Highway Capacity Manual, Manual de capacidad de autopistas*) en su versión 2000, fue uno de los aspectos fundamentales en el dimensionamiento general de la presente actualización, ya que se constituye en el *Manual* de mayor consolidación teórica y conceptual, así como también en el de mayor utilización en nuestro medio. En este sentido, se recopilan los conceptos y metodologías más importantes, coherentes con los estipulados en el HCM 2000; aunque las condiciones de nuestro medio y entorno son diferentes de las propias del medio en que se desarrollan manuales como el HCM 2000, los conceptos y metodologías son de carácter universal y lo que se requiere principalmente son procesos de adaptación metodológicos y en los parámetros de tránsito. Por tal razón se incluyeron los de mayor relevancia en el funcionamiento del tránsito local y en las nuevas condiciones del sistema de transporte de Bogotá, y por consiguiente algunas adaptaciones metodológicas contenidas en el HCM 2000, especialmente en el tema de calibración de parámetros, glorietas, peatones y ciclorrutas.

Las condiciones del tránsito y el transporte de Bogotá han cambiado en los últimos años debido a las nuevas obras de infraestructura desarrolladas por la administración distrital y también por la modernización del sistema de

transporte público de la ciudad, especialmente con la entrada en operación de Transmilenio, la ejecución e implantación de la reorganización del transporte público colectivo y la construcción de ciclorrutas como elemento vital y futuro del sistema complementario de transporte.

El *Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y el transporte* sirve como soporte y referencia para el desarrollo de los contratos de toma de datos que realiza la entidad periódicamente, y en general se convierte en la herramienta local en la planeación, concepción, desarrollo y supervisión de estudios relacionados con el sistema de transporte de la ciudad.

Es importante anotar que la presente actualización se hizo mediante contrato 133 del 2004, suscrito entre la STT y la empresa consultora Cal & Mayor y Asociados.

A continuación se describen los objetivos, el alcance y la estructura del *Manual*.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del presente *Manual* es fortalecer los procesos de planificación, diseño, ejecución, supervisión de estudios, seguimientos y monitoreos al sistema de transporte urbano, elementos básicos para la planeación y diseño de la administración del tránsito y transporte urbano, aplicados al contexto de

Bogotá, a través de la presentación general y particular de los temas específicos relacionados con los sistemas de transporte.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ♦ Dar a conocer conceptos generales y específicos de la mayor actualidad utilizados en la planeación, diseño, ejecución y supervisión de estudios relacionados con la ingeniería de tránsito y del transporte, como guía para los usuarios potenciales que en una u otra forma deben atender cotidianamente la resolución de problemas en este campo.
- ♦ Brindar lineamientos y aspectos técnicos relacionados con las metodologías, modelos, programas, parámetros y estudios que se deben tener en cuenta en el proceso de planeación del transporte urbano.
- ♦ Dar a conocer los lineamientos y aspectos técnicos relacionados con metodologías para la determinación de la capacidad, calidad y niveles de servicio en sistemas de tránsito y transporte público. Se incluyen también las guías o tutoriales de los programas de mayor utilización, especialmente para el cálculo de la capacidad y niveles de servicio en los elementos de mayor importancia del sistema de transporte, lineamientos generales para el desarrollo de estudios de tránsito y transporte público, entre éstos los estudios de campo necesarios para la determinación y caracterización de la oferta y demanda, al igual que los lineamientos generales para el cálculo de tarifas.
- ♦ Ofrecer los lineamientos y aspectos técnicos relacionados con los conceptos y métodos para la evaluación de la seguridad vial, metodologías para la identificación y estudio de sitios, corredores y sectores peligrosos y medidas para el mejoramiento del sistema de transporte, destacando la descripción de las técnicas de tráfico calmado y cruces pompeyanos, usadas principalmente para mitigar el impacto de la accidentalidad.
- ♦ Calibración de estándares y parámetros de tránsito propios para la ciudad de Bogotá, utilizados fundamentalmente para etapas de planeación del transporte, referentes a los siguientes temas:
 - Estimación de las variables del tránsito para la determinación de la velocidad a flujo libre en vías multicarriles y vías arterias, y los límites de velocidad que definan criterios para los niveles de servicio en vías multicarriles.
 - Estimación de las variables del tránsito para la determinación del flujo de saturación básico y las variables que inciden en la pérdida de eficiencia dada por condiciones como tiempos perdidos por arranque y despeje, por presencia de vehículos pesados, maniobras de estacionamiento, operación de buses y presencia de peatones en giros derechos.
 - Estimación de las variables para la determinación de brechas críticas y tiempo de seguimiento para intersecciones de prioridad reguladas con señales de pare.
 - Estimación de variables del tránsito de peatones, como volúmenes y velocidades, para la determinación de los criterios de niveles de servicio, según el tipo de estructuras o facilidades peatonales como andenes, escaleras, rampas, estaciones y cruces peatonales.
 - Estimación de volúmenes en glorietas para la determinación de las relaciones entre las tasas de flujo máxima por acceso y la tasa de flujo correspondiente al tránsito predominante en la glorieta.

- Estimación de los criterios que determinan los niveles de servicio en este tipo de infraestructura.
- Estimación de flujos de saturación típicos para la ciudad de Bogotá, incluyendo buses articulados.

ALCANCES DEL *MANUAL* Y PROCESO DE ACTUALIZACIÓN

El sistema de transporte urbano en Bogotá se ha transformado con cambios estructurales, siendo relevante que se incluyan en el *Manual* los cambios de mayor importancia en cuanto a la caracterización de la infraestructura actual y proyectada, la normatividad, la problemática, el marco institucional, los dispositivos para su control, autoridad competente, entre otros.

Así mismo se incluyen las últimas técnicas para la realización de los análisis de capacidad y niveles de servicio en cada uno de los elementos de la infraestructura vial, en especial lo relacionado con el cálculo de la capacidad en intersecciones semaforizadas, intersecciones reguladas con señales de pare, intersecciones tipo glorieta, vías multicarriles, accesos peatonales, ciclorrutas y arterias urbanas, con la base fundamental del HCM 2000 e investigaciones y experiencias nacionales e internacionales de los últimos años, entre las que se consideraron, como es natural, las propias del consultor y las desarrolladas durante el proceso de la elaboración del presente *Manual*.

Igualmente, se ha visto la necesidad de realizar la calibración de los parámetros de tránsito y de esta manera actualizar y validar los valores utilizados en el *Manual de planeación y diseño* del año 1998, teniendo en cuenta las nuevas condiciones que ofrece el desarrollo y el crecimiento de la ciudad en la actualidad; por esta razón, parámetros como flujos de saturación, velocidades a flujo libre,

brechas críticas, tiempos de seguimiento, tiempos perdidos en el arranque y despeje, factores de ajuste para vehículos pesados, maniobras de estacionamiento, obstrucción de buses, y pasos peatonales, brechas críticas, tiempo de seguimiento, niveles de servicio para facilidades peatonales, velocidades medias en cruces peatonales, volúmenes en glorietas, volúmenes, velocidades y densidades en ciclorrutas, que resultan afectados con cambios en el comportamiento de los usuarios del sistema de transporte urbano, condiciones socioeconómicas y cambios en la tecnología vehicular y en la infraestructura vial. Variables dinámicas que están sujetas a condiciones de espacio y tiempo que dependen también de las características socioeconómicas, del entorno y del medio ambiente, condiciones diferentes y cambiantes con respecto a las establecidas en 1998, fecha en la que se editó el último manual, y que por este motivo se deben actualizar y analizar tendencias.

Vale la pena anotar que los parámetros establecidos dentro del marco del presente manual se deberán utilizar para fases o etapas de proyectos circunscritos en un proceso de planeación, es decir, para prediseño de intersecciones, arterias, calles y demás elementos de infraestructura, proyectados, los cuales deben tener características similares a los medidos.

Por otra parte, los manuales para estudios de campo de mayor uso en la ingeniería de tránsito y transporte se actualizaron conforme a experiencias e investigaciones recientes en el medio y teniendo en cuenta la racionalización de los estudios donde es aplicable, así como también exigencias de la Secretaría de Tránsito y Transporte. Adicionalmente, se incluyeron instructivos adicionales para complementar las actividades relacionadas con la toma de datos de campo.

Si hay un elemento que ha ido avanzado vertiginosamente en la actualidad es la crea-

ción y adaptación de programas de cómputo usados como herramientas en la modelaciones del tránsito en situaciones actuales y futuras; por esta razón se incorporan en esta versión los tutoriales de algunos de los programas con mayor utilización.

Adicionalmente se incluyen lineamientos para la realización de estudios que estén relacionados con la operación del tránsito y el transporte en la ciudad, al igual que términos de referencia generales, útiles para la planeación, ejecución y supervisión de estudios y proyectos. Se incluye también la descripción de los elementos de infraestructura que la ciudad ha adoptado para la integración del sistema de transporte urbano, como las ciclorrutas y elementos de pacificación de tránsito.

ESTRUCTURA DEL MANUAL

El *Manual* está constituido por:

- Tomo I : Marco conceptual
- Tomo II : Planeación del transporte urbano
- Tomo III : Tránsito
- Tomo IV : Transporte público
- Tomo V : Seguridad vial y medidas de gestión

Los anexos los constituyen los ejemplos de Calibración de parámetros de tránsito y los formatos de campo recomendados por el *Manual*. El glosario de términos especializados utilizados dentro del texto se incorporó como elemento independiente en el tomo V.

A continuación se relacionan los temas que integran cada uno de los tomos que forman parte del *Manual*.

Tomo I. Marco conceptual

El marco conceptual está constituido por los siguientes temas:

- ♦ Presentación del *Manual*

- ♦ Capítulo 1: Planeación del transporte urbano
- ♦ Capítulo 2: Tránsito vehicular
- ♦ Capítulo 3: Transporte público
- ♦ Capítulo 4: Seguridad vial
- ♦ Capítulo 5: Tránsito y transporte en Bogotá
- ♦ Capítulo 6: Técnicas de muestreo

Tomo II: Planeación del transporte urbano

- ♦ Presentación del *Manual*
- ♦ Capítulo 1: Conceptos generales de planeación del transporte urbano
- ♦ Capítulo 2: Programas de la planeación del transporte urbano
- ♦ Capítulo 3: Grandes generadores de viajes
- ♦ Capítulo 4: Estudios de campo para oferta y demanda de transporte
- ♦ Capítulo 5: Términos de referencia generales.
- ♦ Capítulo 6: Parámetros de tránsito, caso Bogotá. Flujo no motorizado.
- ♦ Capítulo 7: Parámetros de tránsito, caso Bogotá. Flujo continuo.
- ♦ Capítulo 8: Parámetros de tránsito, caso Bogotá. Flujo discontinuo.

Tomo III: Tránsito

- ♦ Presentación del *Manual*
- ♦ Capítulo 1: Capacidad y niveles de servicio. Tránsito no motorizado
- ♦ Capítulo 2: Capacidad y niveles de servicio. Flujo continuo
- ♦ Capítulo 3: Capacidad y niveles de servicio. Flujo discontinuo
- ♦ Capítulo 4: Programas en ingeniería de tránsito
- ♦ Capítulo 5: Estudios de campo para el tránsito vehicular
- ♦ Capítulo 6: Estudios de campo para usuarios

Tomo IV: Transporte público

- ♦ Presentación del *Manual*
- ♦ Capítulo 1: Atributos en sistemas de transporte público
- ♦ Capítulo 2: Programas de transporte público
- ♦ Capítulo 3: Lineamientos para la ejecución de estudios de transporte público
- ♦ Capítulo 4: Estudios de campo para la demanda del transporte público
- ♦ Capítulo 5: Estudios de campo para la oferta del transporte público
- ♦ Capítulo 6: Calidad del servicio de transporte público

- ♦ Capítulo 7: Lineamientos para el cálculo de tarifas

Tomo V: Seguridad vial y medidas de gestión

- ♦ Presentación del *Manual*
- ♦ Capítulo 1: Lineamientos para la evaluación de la seguridad vial
- ♦ Capítulo 2: Identificación y estudio de sitios, corredores y sectores peligrosos
- ♦ Capítulo 3: Medidas de mejoramiento del sistema de transporte
- ♦ Capítulo 4: Tráfico calmado
- ♦ Glosario

INTRODUCCIÓN

En la primera versión del *Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y el transporte en Bogotá*, se dedicó un breve capítulo a los aspectos de recolección y análisis de la accidentalidad vial en la capital del país, los cuales aunque mantienen su vigencia hacen necesaria su ampliación; por esto se ha considerado fundamental en el proceso de actualización incluir este nuevo tomo, dedicado al tema de la seguridad vial, pero enfocado en la prevención de los accidentes de tránsito.

En esta actualización se rescatan los aspectos fundamentales de la primera versión y se profundiza en información adicional orientada a la prevención, que sirve como marco técnico de referencia para la investigación y las campañas de reducción de los índices de accidentalidad.

A escala mundial, el tema se ve cada vez con más preocupación por los organismos multilaterales de crédito como el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) o Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y otros organismos internacionales y regionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS). En igual sentido se ha pronunciado la Federación Internacional de Carreteras (IRF, por su sigla en inglés).

La accidentalidad vial se ha constituido en un verdadero problema de salud pública de proporciones epidémicas, en especial en países de economías en transición, superado tan sólo por las enfermedades gastrointestinales, y equiparable en nuestro medio a las muertes violentas causadas por el conflicto armado, comprometiendo así cuantiosos recursos económicos y físicos en su atención.

Dentro de una concepción filosófica más amplia, los temas de seguridad vial se están incluyendo en los aspectos ambientales, por cuanto el ambiente en sentido amplio no es sólo el entorno físico sino que contempla precisamente las amenazas, la vulnerabilidad y los riesgos asociados sobre las personas para proporcionarles una mejor calidad de vida, facilitarles el cruce de las calles y tener así una mínima exposición al riesgo de ser atropelladas por un vehículo o de sufrir un accidente.

Los estados incurren en altos costos por atención hospitalaria y urgencias, por las incapacidades médicas y pérdida de miembros, por daños a la propiedad, a terceros y al mobiliario urbano, pero por encima de todo por el elevado número de víctimas fatales, con los consiguientes daños morales, sociales y económicos y el deterioro de la calidad de vida de los descendientes de las personas fallecidas.

Con este *Manual* se trata ahora de conciliar los objetivos de la planeación del tránsito

y del transporte, buscando el aprovechamiento óptimo de la infraestructura, sin descono-

cer la importancia que tiene la seguridad vial, por encima incluso de la movilidad.

RESUMEN

El enfoque general del tomo V, “Seguridad vial y medidas de gestión”, consiste en presentar los principales fundamentos conceptuales y lineamientos para la conceptualización del problema que facilitará posteriormente el proceso de la identificación de los tratamientos que pueden llegar a mitigar las características de la accidentalidad. A continuación se describen en forma general los temas que se tratan en el presente documento:

Lineamientos para la Evaluación de la Seguridad Vial. Se presenta un enfoque general y particular de las distintas etapas para realizar un análisis de la seguridad vial urbana. Por consiguiente, se incluyen aspectos como epidemiología del problema, identificación y estudio de lugares peligrosos, y se hace una breve descripción de las Auditorías de Seguridad Vial y de reconstrucción de accidentes.

Identificación y estudio de sitios, corredores y sectores peligrosos. Para la identifica-

ción y estudio de sitios, corredores y sectores peligrosos, se incluyeron lineamientos metodológicos generales teniendo en cuenta el fenómeno de concentración de accidentes de tránsito.

Medidas de Mejoramiento del Sistema de Transporte. A partir de la experiencia acumulada en ciudades de comportamientos similares a Bogotá, se han identificado aspectos en los que la aplicación de ciertas medidas permite mejorar y en algunos casos optimizar el sistema de transporte. En este capítulo se registran algunas de estas medidas que pretenden dar una orientación con respecto a su aplicación. Adicionalmente se incluye una breve descripción de algunos sistemas inteligentes de transporte.

Tráfico calmado. Si bien es cierto que el tráfico calmado es una medida para el mejoramiento de la seguridad vial, se incluyeron en el campo conceptual la descripción de las diferentes técnicas utilizadas para calmar el tráfico.

1

Lineamientos para la Evaluación de la Seguridad Vial

CONTENIDO

1.1	ENFOQUE GENERAL	1-6
1.2	ENFOQUE ESTRATÉGICO	1-8
1.3	ENFOQUE OPERATIVO	1-14
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	1-21

FIGURAS

Figura 1.1	Enfoque general para la evaluación de seguridad vial	1-7
Figura 1.2	Enfoque estratégico	1-8
Figura 1.3	Enfoque operativo	1-14
Figura 1.4	Proceso de la investigación de accidentes	1-15
Figura 1.5	Procesos de la reconstrucción de accidentes	1-16
Figura 1.6	Factores en la determinación de la causalidad del accidente	1-17

TABLAS

Tabla 1.1	Matriz de Haddon	1-11
-----------	------------------------	------

En el presente documento se fijan los lineamientos generales para la evaluación de la seguridad vial, y se establece una metodología uniforme para la caracterización y selección de lugares de alta concentración de accidentes dentro de la ciudad, en función de variables como los tipos de tránsito, las secciones viales, el comportamiento de usuarios, los usos del suelo, entre otros; así mismo, se tratan de establecer diferentes soluciones de bajo, medio y alto costo para la solución de los conflictos de los diferentes usuarios peatón-vehículo, peatón-bicicleta, vehículo-ciclista, ciclista-peatón, en diferentes condiciones de operación.

Los aspectos tratados en este tomo sirven como apoyo metodológico para las investigaciones sobre la ocurrencia de accidentes de tránsito en las vías públicas de ciudades como Bogotá, al igual que para formular propuestas de medidas de mitigación de los impactos negativos aplicando su utilización en un amplio espectro de ciudades de pequeña a gran escala. Se profundiza en un tratamiento estadístico y de probabilidades de riesgo de ocurrencia de accidentes, y se analizan los principales aspectos epidemiológicos para darle también un tratamiento de salud pública al problema.

Simultáneamente se introduce un tema novedoso en nuestro medio, que busca la pre-

vencción de los accidentes de tránsito desde sus orígenes y hace énfasis en la implantación de una metodología para las denominadas Auditorías de Seguridad Vial (ASV); su diseño, formulación y asesoría para la implantación de las ASV, como una estrategia para contribuir a la disminución de los índices de accidentalidad vial en la ciudad de Bogotá, D.C.; para ello, la Secretaría de Tránsito y Transporte de Bogotá desarrolló el *Manual de Auditorías de Seguridad Vial* (Contrato BM-37-STT), del cual se retoman en el contexto de este *Manual* algunos conceptos generales que se consideraron necesarios para el desarrollo de los pasos de planeación y diseño.

Las Auditorías de Seguridad Vial han demostrado contribución favorable y efectiva en la disminución de la accidentalidad. Su metodología no se limita simplemente a los aspectos geométricos de la vía, ya que va mucho más allá con la verificación de criterios en las diversas fases de los proyectos; desde la planificación misma, las etapas de prediseño y diseño propiamente dichas, la pre-construcción y construcción, las etapas preoperativa y operativa, y durante la llamada evaluación *ex post*, una vez que se disponga de información suficiente que permita evaluar la efectividad de las medidas. Sus costos son mínimos, comparados con los beneficios asociados en la reducción del número de víctimas y con relaciones

beneficio/costo atractivas para su implementación.

Se introduce un capítulo destinado a la reconstrucción de los accidentes de tránsito y se dan varias referencias sobre *software* especializado, que puede constituirse en valiosa herramienta de estudio de las posibles causas del accidente y de los factores contribuyentes. Servirá a los investigadores en el seguimiento y monitoreo de la efectividad de las medidas implementadas, metodología conocida con el nombre de estudios de “antes y después”.

Se presenta una introducción al tema de “Tráfico Calmado”, movimiento cuyos inicios tienen lugar en Holanda a comienzos de la década de los setenta. Esta metodología promueve el principio basado en que las calles y carreteras son bienes públicos valiosos y que todos los tipos de usuarios los deben compartir en condiciones de equidad y seguridad.

Las medidas inmediatas y quizás las más obvias de tráfico calmado son reductores de velocidad y sonorizadores, resaltos, angostamiento de secciones, cruces del tipo conocido como “pompeyano”, ampliación de andenes y aceras, implantación de glorietas y miniglorietas, trazado geométrico no lineal y discontinuo en vías secundarias y terciarias, con angostamientos y “chicanas”, especialmente en zonas residenciales.

Durante mucho tiempo el automóvil tuvo la supremacía en las consideraciones de diseño de la infraestructura de transporte, desconociendo el hecho de que la mayor parte de los viajes se realizan a pie, y todos de cierto modo somos peatones en algún momento del día.

Gracias a este movimiento ha habido disminuciones significativas en la gravedad de los accidentes y en el número de heridos que arrojan. En Holanda, una reducción de cerca de 80% en el número de heridos sucedió en áreas de tráfico calmado. Del mismo modo, en este país se ha experimentado con aspectos psico-

lógicos sobre la percepción de seguridad; se ha reportado cómo los conductores tienden a disminuir la velocidad y a tomar mayores preocupaciones cuando desconocen los alrededores del sitio o cuando éste no se encuentra totalmente demarcado y señalizado.

1.1 ENFOQUE GENERAL

Con el fin de diseñar o implementar un sistema general para la evaluación de la seguridad vial en una ciudad como Bogotá, se han identificado varios componentes vitales (figura 1.1).

Como se puede apreciar, el esquema para la evaluación se basa en un sistema de información que debe ser sólido, íntegro y coherente con las políticas establecidas para mejorar las condiciones de seguridad vial de las comunidades en general. Entre las políticas prioritarias para la seguridad vial en Colombia, el Ministerio de Transporte, a través de la implementación del Plan Nacional de Seguridad Vial (PNSV), establece que es necesario fortalecer los procesos orientados a consolidar un sistema único de información en movilidad y seguridad vial, y muy seguramente los municipios, los departamentos y distritos especiales deben hacer un esfuerzo centralizado en esta directriz. En tal sentido Bogotá, dentro del plan de seguridad vial para la ciudad, ha establecido entre sus líneas de acción prioritarias la recolección de información.

El dinamismo de las ciudades, la tecnología y los nuevos hábitos de la humanidad han hecho, a través de la historia, que la accidentalidad vaya en un proceso ascendente y que la única manera de monitorearlo dinámicamente sea por medio de la estructuración de un sistema de información integral sólido y evolutivo.

Por esto resulta esencial disponer de datos precisos para decidir el orden de magnitud y prioridad de los problemas de salud pública, vigilar las tendencias y evaluar los programas de inversión.

Los datos de accidentalidad sufren a menudo de los siguientes aspectos, entre los que se destacan:

- ♦ Las fuentes de datos son muy atomizadas, carecen de una centralización y comunicación adecuada.
- ♦ El uso inadecuado de indicadores.
- ♦ La falta de normalización en la obtención y procesamiento de la información.
- ♦ Las definiciones relacionadas con las muertes y lesiones causadas por el tránsito y su seguimiento.
- ♦ La subnotificación o subregistros.
- ♦ Las deficiencias en la armonización y los vínculos entre las distintas fuentes de datos.

La falta de datos fiables reviste especial trascendencia en los niveles nacionales y locales, donde se necesitan para fundamentar firmemente la planificación y la toma de decisiones en materia de seguridad vial.

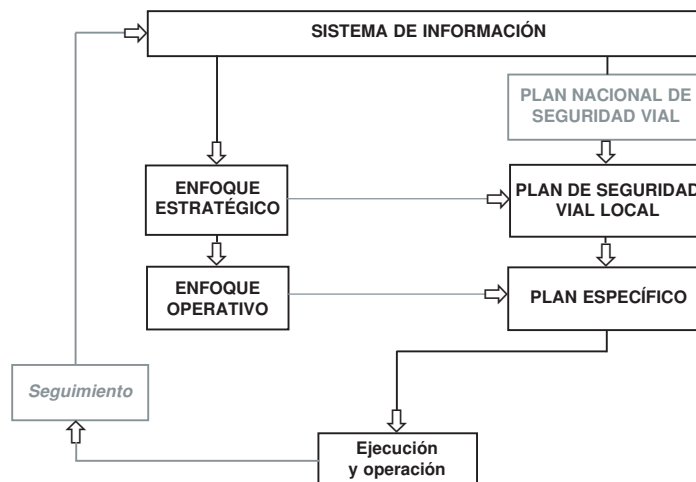
Aunque los datos tengan algunos sesgos y problemas como los citados anteriormente, los profesionales encargados de analizar el

tema de accidentalidad deben tomar en cuenta dichas limitaciones y alcances de la información disponible y generar bases de datos confiables, ojalá como parte de sistemas de información geográfica, para facilitar el proceso en la evaluación de la seguridad vial urbana.

Con base en el análisis de ese gran cúmulo de datos de accidentalidad vial, se puede hacer un enfoque estratégico y a su vez un enfoque operativo dentro del proceso general de la evaluación de la accidentalidad vial urbana, cuyos productos resultantes del concienzudo análisis de la problemática quedan inmersos en la formulación de planes de seguridad vial local y los planes específicos, enmarcados dentro del primero, brindando las pautas, metas y actividades específicas de intervención, que abarcan los diferentes factores de riesgo de la accidentalidad vial. También se recomienda que estos planes estén contenidos dentro de las políticas generales de seguridad vial.

Una vez que se ejecuten, se implementen y se pongan en operación, se recomienda una etapa de seguimiento, que se orienta a la eva-

Figura 1.1
Enfoque general para la evaluación de seguridad vial.



Fuente:
Elaboración propia.

luación de la efectividad tanto de los planes de seguridad vial locales, como de los planes específicos y el conjunto de medidas implementadas. Como resultante se debe generar, después de la aplicación de este proceso, la formulación e implementación de medidas correctivas y preventivas enfocadas al mejoramiento de la seguridad vial y, con ello, al sistema de transporte en general.

1.2 ENFOQUE ESTRATÉGICO

Pero, ¿cuáles son los lineamientos del enfoque estratégico como parte de la evaluación de la seguridad vial urbana? En la figura 1.2 se ilustran los componentes de mayor importancia a tener en cuenta en un proceso de este tipo. De la misma manera en que el enfoque general establece el sistema de información como base para el desarrollo del proceso, el enfoque estratégico es clave.

Como argumento metodológico vital para la formulación de planes de seguridad vial locales, se recomienda una vigilancia epidemiológica de la accidentalidad vial urbana, cuyos

lineamientos generales se describen a continuación:

Vigilancia epidemiológica de la accidentalidad

Generalidades

La vigilancia epidemiológica es un sistema de información que permite mantener bajo control el proceso de observación y análisis rutinario de la ocurrencia, distribución y características de las enfermedades. En Medicina Legal se aplica a la observación de lesiones, fatales y no fatales, ocasionadas por las diferentes formas de violencia.

La epidemiología, con sus herramientas de estudio e investigación, aporta sus metodologías para que puedan trabajar coordinadamente las entidades estatales y la comunidad, que tienen responsabilidad en la solución de problemas de inseguridad y violencia, en esfuerzo conjunto para controlarlos y disminuir sus graves consecuencias. Una de estas herramientas es una red de información y vigilan-

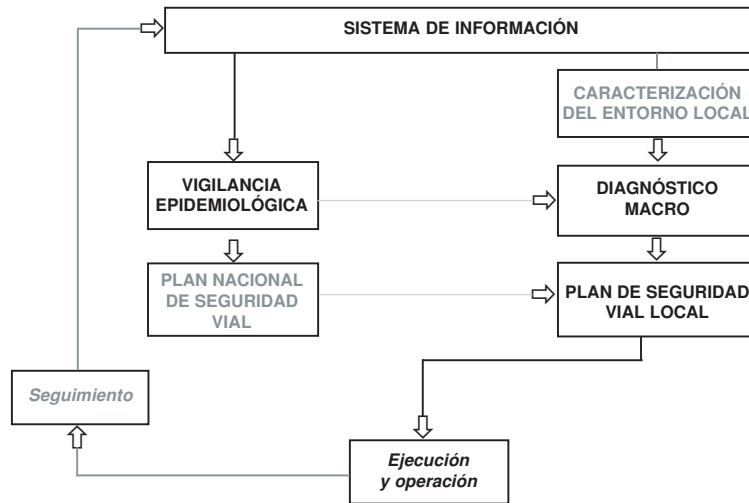


Figura 1.2 Enfoque estratégico.

Fuente: Elaboración propia.

cia epidemiológica que cumpla con los objetivos de la confiabilidad, oportunidad y utilidad de los registros, así como su difusión para la toma de decisiones.

Cuando en una comunidad se presentan fenómenos repetitivos que impactan negativamente en los grupos humanos (aumentan su morbilidad y mortalidad, disminuyen su capacidad laboral, ocasionan deterioro económico de la sociedad y disminuyen la calidad de vida, entre otros), es indispensable poseer información precisa y oportuna del fenómeno, como única alternativa para su control. El sistema de vigilancia epidemiológica garantiza lo anterior y permite:

- ♦ Mantener actualizado el conocimiento acerca del comportamiento de las enfermedades o de las lesiones, según las áreas geográficas del país.
- ♦ Establecer la susceptibilidad y el riesgo de la población a sufrir lesiones o accidentes.
- ♦ Formular las medidas de prevención y control, según las características, modalidades y factores de riesgo observados.
- ♦ Evaluar la efectividad de las medidas de prevención y control planteadas.

Para que el sistema de vigilancia epidemiológica sea efectivo, es indispensable que la información posea las siguientes características:

- ♦ Exactitud: presentada con la mayor precisión requerida para sus objetivos, debe tener poca variabilidad.
- ♦ Oportunidad: debe ir a la par de los acontecimientos.
- ♦ Fidelidad: sin transformaciones que exageren o menosprecien los datos.
- ♦ Completa: debe tener todos los datos e información (variables) necesarios.

- ♦ Objetividad: basada en criterios bien establecidos, que puede interpretar en forma estandarizada diferente personal y en diversas circunstancias.
- ♦ Validez: suministrada de manera consistente, con criterios estandarizados.
- ♦ Cotejable: que permita la confrontación en las circunstancias actuales y pasadas, y en las proyecciones futuras.

El método y las herramientas que utilizan los sistemas de vigilancia epidemiológica han probado ser el instrumento más eficaz para observar un fenómeno, analizarlo, prevenirlo, controlarlo y manejarlo. No en vano, los países desarrollados son pioneros en la organización de sistemas de vigilancia epidemiológica.

- ♦ Conocer la distribución de las lesiones y muertes de un determinado lugar en forma general o específica, según las variables de persona, tiempo, lugar y circunstancias, y sus diferentes combinaciones de acuerdo con las categorías de interés.
- ♦ Establecer bases para investigaciones epidemiológicas, tanto de tipo operativo como metodológico.
- ♦ Plantear las acciones para la prevención y el control de ciertas formas específicas de violencia, como por ejemplo accidentes de tránsito (todas las lesiones producidas por accidentes de tránsito son prevenibles, a través de campañas educativas, modificaciones legislativas y, en muchos casos, de ingeniería).
- ♦ Tomar las medidas necesarias y adecuadas para combatir las lesiones o muertes que sean susceptibles de vigilar y controlar (esto, además de optimizar el sistema de vigilancia en cuanto a utilización y destinación de recursos, prioriza las acciones sobre qué vigilar, y qué acciones se deben realizar).

- ◆ Evaluar en forma oportuna y dinámica las acciones preventivas, los tratamientos instaurados y la efectividad de las medidas (se debe verificar si las soluciones planteadas fueron las mejores y si lograron disminuir la morbilidad y mortalidad asociadas a este evento).

Los objetivos del sistema de vigilancia epidemiológica de las lesiones son detectar un incremento de casos y estudio de epidemias, descubrir cambios en el patrón epidemiológico de las lesiones con el fin de estimular la investigación y el control, estudiar la tendencia a mediano y largo plazos que permita valorar la necesidad de intervención o evaluar las medidas preventivas.

Este sistema de vigilancia incluye los siguientes procesos:

- ◆ **Recolección de datos:** se deben buscar y mejorar los mecanismos para la notificación de los eventos que se pueden vigilar y prevenir, así como crear canales de comunicación entre las instituciones comprometidas con el sistema de vigilancia epidemiológica para mejorar la información.
- ◆ **Tabulación del dato:** el sistema de vigilancia no tiene como tarea exclusiva la producción de datos, debe suministrar información para la toma de decisiones; para ello son necesarios la consolidación y el procesamiento del dato de tal manera que sea legible, claro y comprensible.
- ◆ **Análisis:** permite la comparación de datos, su tendencia con respecto a patrones municipales, departamentales, regionales, nacionales e internacionales.
- ◆ **Divulgación:** relacionada con la publicación y la información a los sectores interesados. El sistema de vigilancia es un proceso que permite retroalimentar a todos los sectores involucrados en la producción del dato y los sectores involucrados en la prevención y el control de las lesiones.
- ◆ **Política de toma de decisiones:** después de tener un diagnóstico, es necesario contrarrestar la patología relacionada a través de programas y proyectos de prevención, tratamiento y rehabilitación.
- ◆ **Evaluación:** de la información y de las medidas de acción tomadas.

Entre las instituciones que participan se encuentran los sectores salud, tránsito y transporte, justicia, y el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (INML y CF).

La vigilancia epidemiológica es un componente imprescindible de los programas de control de las enfermedades o lesiones. Permite entregar información de las enfermedades o lesiones para priorizar acciones de prevención y control, cuya finalidad es disminuir la patología y mejorar la calidad de vida de la sociedad. Así mismo, permite identificar la totalidad de los casos y establecer las prioridades para el uso racional de los recursos humanos y físicos disponibles en los niveles local, regional y nacional.

Para la organización de un sistema de vigilancia epidemiológica son importantes los siguientes aspectos: sistema adecuado de registros, plena conciencia de las autoridades, correcta formación científica del personal de trabajo y coordinación entre los principales grupos de trabajo.

Sistema de vigilancia de lesiones fatales y no fatales por accidente de tránsito en Bogotá, D.C.

El sistema de vigilancia epidemiológica de lesiones fatales y no fatales por accidente de tránsito es un proceso regular, de observación y análisis rutinario de la ocurrencia y la

distribución de las principales características y componentes de la morbilidad y mortalidad de estas lesiones.

La metodología del sistema de vigilancia epidemiológica de lesiones por accidente de tránsito ha probado ser una herramienta eficaz para observar el fenómeno, analizarlo, prevenirlo, controlarlo y manejarlo.

El sistema de vigilancia permite contar con información exacta, oportuna, fidedigna, completa, objetiva, válida y comparable, identificar la totalidad de los casos y priorizar el uso racional de los recursos humanos y físicos disponibles en los niveles local, regional y nacional, disminuir los costos socioeconómicos de los sectores de salud, tránsito y transportes, reducir las pérdidas económicas de algunos sectores privados y empresas (aseguradoras), entre otros, y entregar información de las lesiones por accidente de tránsito para priorizar acciones de prevención y control, cuya finalidad es disminuir estas lesiones y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

Objetivo general

Conocer el comportamiento de las lesiones fatales y no fatales por accidente de tránsito en todo el Distrito Capital.

Objetivos específicos

- ♦ Conocer las características de las lesiones fatales y no fatales por accidente de tránsito en Bogotá, D.C.
- ♦ Detectar cambios inesperados en la ocurrencia de las lesiones por accidente de tránsito evaluadas en el INML y CF.
- ♦ Identificar los factores protectores y conductas y factores de riesgo de sufrir estas lesiones.
- ♦ Identificar las tendencias y los patrones de estas lesiones y realizar proyecciones de la accidentalidad en tránsito.

- ♦ Establecer la susceptibilidad y el riesgo de la población a estas lesiones por accidente de tránsito.
- ♦ Formular medidas de control y prevención de las lesiones fatales y no fatales por accidente de tránsito evaluadas en el INML y CF.
- ♦ Evaluar la efectividad y bondades de las medidas de prevención y control planteadas.

Actividades del sistema de vigilancia de lesiones

Este sistema de vigilancia de lesiones por accidentes de tránsito incluye los siguientes procesos:

- ♦ Recolección de datos: para mejorar los mecanismos de la notificación de estos eventos e incidentes, e implementar canales de comunicación entre las instituciones comprometidas con el sistema de vigilancia epidemiológica de lesiones por accidente de tránsito para mejorar la información.
- ♦ Tabulación del dato: para consolidar y procesar los datos en forma legible, clara y comprensible.
- ♦ Análisis: para comparar datos e identificar su tendencia con respecto a patrones municipales, departamentales, regionales, nacionales e internacionales.
- ♦ Divulgación: para publicar la información a los sectores interesados, permitiendo retroalimentar a todos los sectores involucrados en la producción del dato y en la prevención y el control de las lesiones.
- ♦ Política de toma de decisiones: después de tener un diagnóstico, es necesario contrarrestar la patología relacionada a través de programas de seguimiento a los lesionados y según el tipo de lesiones, proyectos de prevención, tratamiento y rehabilitación.

- ♦ Evaluación: es necesario evaluar las medidas de acción tomadas, para identificar sus fortalezas y debilidades.

Análisis de la información estadística

Se cuantifican las cifras estadísticas que permiten determinar el comportamiento de la accidentalidad en la ciudad en estudio. La información básica incluye datos sobre población, parque automotor, y totales de accidentes, muertos y heridos. Con base en lo anterior, se calcula el índice de motorización existente en la ciudad en estudio, dividiendo la población entre el parque automotor. La comparación de este parámetro con el índice que se obtenga para todo el país permite determinar el excedente de vehículos que, pese a estar matriculados en cierta región, no circulan en ella. Por tanto, mediante este método se pueden realizar ajustes al parque automotor en la ciudad en estudio.

Este proceso permite comparar diferentes puntos de acuerdo con sus características, con el fin de detectar tendencias y comportamientos que indiquen cuáles lugares requieren mayor interés. Adicional a esto, las estadísticas muestran gráficamente los fenómenos que se presentan con mayor frecuencia, permiten relacionar también las variables que inciden en la ocurrencia de los eventos y su distribución en el tiempo y en el espacio. Por su parte, el análisis estadístico orienta a los investigadores acerca de los estudios y procedimientos que deben realizar posteriormente en las visitas de campo y estudios, útiles para complementar la información existente.

- ♦ Historial de la accidentalidad en los sitios: se utiliza para observar el comportamiento de un sitio históricamente, así como para observar los cambios que se han presentado en aquellos lugares que

ya se han tratado en el pasado, para evaluar la efectividad en el tratamiento.

- ♦ Accidentalidad por tipo de intersección: se hace una comparación entre los diferentes tipos de intersección (a desnivel, señalizada, semaforizada, glorieta), para observar el porcentaje de accidentes que presenta cada una, teniendo así información para el análisis del factor vía.
- ♦ Gravedad del accidente: se refiere a accidentes fatales y con heridos, o a choques simples y daños al mobiliario urbano.
- ♦ Accidentalidad por mes, día de la semana y hora: esta comparación permite tener un indicativo de los períodos de tiempo en los que se acentúa la ocurrencia de accidentes. Es muy útil para programar las fechas y horas en las que se realizarán los estudios de tránsito por un lado y por otro, para encaminar las campañas y otras medidas correctivas que reduzcan la accidentalidad en estos horarios.
- ♦ Género de los conductores: su utilización se centra en la información general de los índices referidos a hombres y mujeres, así como para la realización de campañas educativas a los usuarios.
- ♦ Edad de los conductores: este parámetro resulta muy importante para detectar el efecto que generan en la población los daños causados a las personas, dependiendo de su edad y de las actividades que desempeñan. El análisis de costos de los accidentes medidos en daños a personas y daños materiales requiere la edad como parámetro esencial en su análisis.
- ♦ Accidentalidad de acuerdo con la población: este índice permite comparar cómo se reparten los accidentes según la densidad de población en localidades, barrios y sectores. Además se visualiza qué población está más afectada por la ocurrencia de los siniestros.

- ♦ Accidentalidad de acuerdo con el parque automotor: permite observar la influencia que tiene el parque automotor en las diferentes zonas de la ciudad; es decir, cómo el número de vehículos que circulan afecta el número de accidentes.

Una vez recopilada y analizada toda la información de la accidentalidad registrada en las distintas zonas urbanas, se realiza un diagnóstico integral teniendo en cuenta las características –sociales, demográficas, ambientales, económicas y culturales– del entorno local y determinando la influencia de estos aspectos en el desarrollo y evolución de la accidentalidad vial urbana.

Lineamientos para la formulación del Plan de Seguridad Vial Local

En Estados Unidos, hace 30 años, el doctor William Haddon Jr. describió el transporte por carretera como un sistema “hombre-máquina” mal concebido, que debería ser objeto de un tratamiento sistémico integral. Ideó lo que ahora se conoce como la matriz de Haddon, que ilustra la interacción de tres factores: ser

humano, vehículo y entorno, durante las tres fases de un choque: la previa, la del choque mismo y la posterior. La matriz de Haddon resultante simula el sistema dinámico y cada una de sus nueve celdas ofrece posibilidades de intervención para reducir las lesiones causadas por el tránsito (tabla 1.1).

Este trabajo propició considerables avances en el conocimiento de los factores de comportamiento relacionados con la vía pública y el vehículo que influyen en el número y la gravedad de las víctimas del tránsito.

Basándose en las ideas de Haddon, el enfoque sistémico procura identificar y corregir las principales fuentes de error o deficiencias de diseño que contribuyen a los choques mortales o causantes de lesiones graves, así como mitigar la gravedad y las consecuencias de los traumatismos con las medidas siguientes:

- ♦ Reducir la exposición a riesgos.
- ♦ Impedir que se produzcan choques en la vía pública.
- ♦ Reducir la gravedad de los traumatismos en caso de choque.
- ♦ Mitigar las consecuencias de los traumatismos mediante una mejor atención posterior a la colisión.

Tabla 1.1
Matriz de Haddon.

Fase		Ser humano	Vehículos y equipo	Entorno
Antes del choque	Prevención de choques	Información Actitudes - discapacidad Aplicación de la reglamentación por la policía	Buen estado técnico Luces Frenos Maniobrabilidad Control de la velocidad	Diseño y trazado de la vía pública Limitación de la velocidad Vías peatonales
	Prevención de traumatismos durante el choque	Utilización de dispositivos de retención Discapacidad	Dispositivos de retención de los ocupantes Otros dispositivos de seguridad Diseño protector contra accidentes	Objetos protectores contra choques
Después del choque	Conservación de la vida	Primeros auxilios Acceso a atención médica	Facilidad de acceso Riesgo de incendio	Servicios de socorro Congestión

Fuente: Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 2004, p. 6.

Este concepto, explicado anteriormente, se utiliza para la concepción de los planes municipales de seguridad vial, cuya resultante se dividió en tres grandes programas: planeación estratégica y táctica (largo y mediano plazos), planeación operativa (corto plazo), y planeación estratégica táctica y operativa (largo, mediano y corto plazos). La primera enfoca la problemática desde el punto de vista de la prevención, la segunda enfoca la planeación para la atención y la tercera define los tratamientos.

La matriz de Haddon se ha expresado de manera ampliada, incluyendo cada uno de los diferentes actores en la vía: peatón, ciclista, motociclista y conductor. Adicionalmente, la propia matriz da lugar a una matriz de medidas de mitigación o medidas remediales que pueden implantarse para aliviar en cada caso

y circunstancia el fenómeno de los accidentes de tránsito (tabla 1.1).

1.3 ENFOQUE OPERATIVO

Dentro del enfoque detallado inherente al proceso de evaluación de seguridad vial urbana, se hace relevante diseñar un enfoque operativo o de mayor detalle en la determinación de la causalidad del problema, sus consecuencias y las acciones más específicas (figura 1.3).

Básicamente en este enfoque se tienen tres herramientas fundamentales, para la microevaluación del problema de la accidentalidad y en esta forma identificar las características de mayor relevancia de fenómenos que tienen que ver con la concentración de accidentes de tránsito, la identificación de la causalidad aparente, potencial y real:

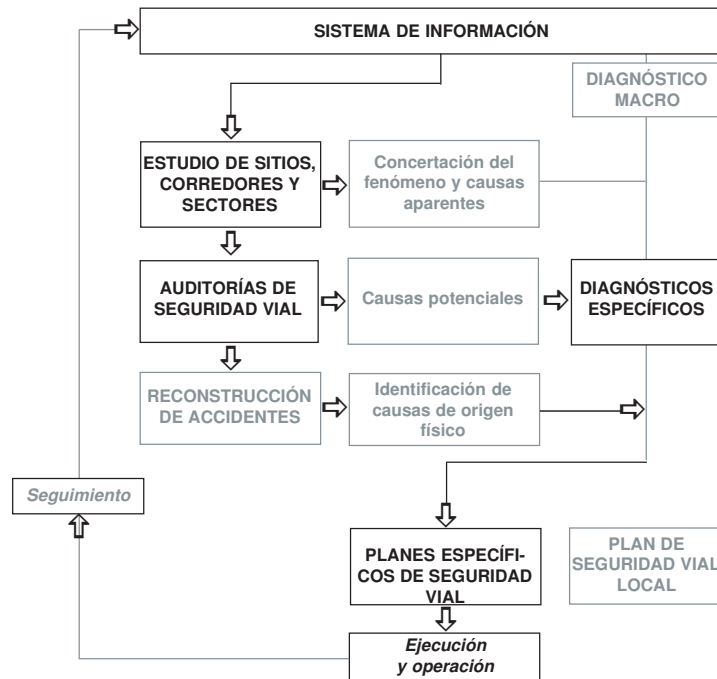


Figura 1.3 Enfoque operativo.

Fuente: Elaboración propia.

- ♦ El estudio de sitios, corredores y sectores peligrosos.
- ♦ Las Auditorías de Seguridad Vial.
- ♦ La reconstrucción de accidentes.

Los lineamientos metodológicos para el primer componente se incluyen dentro del presente tomo, mientras que los lineamientos para el segundo componente se encuentran en el *Manual de Auditorías de Seguridad Vial*, desarrollado por la Secretaría de Tránsito y Transporte de Bogotá en el año 2005.

Pautas generales para la reconstrucción de accidentes

La reconstrucción de los accidentes es una herramienta complementaria para el análisis de lugares peligrosos. La investigación de un accidente de tránsito es un proceso encadenado de una serie de procedimientos (figura 1.4).

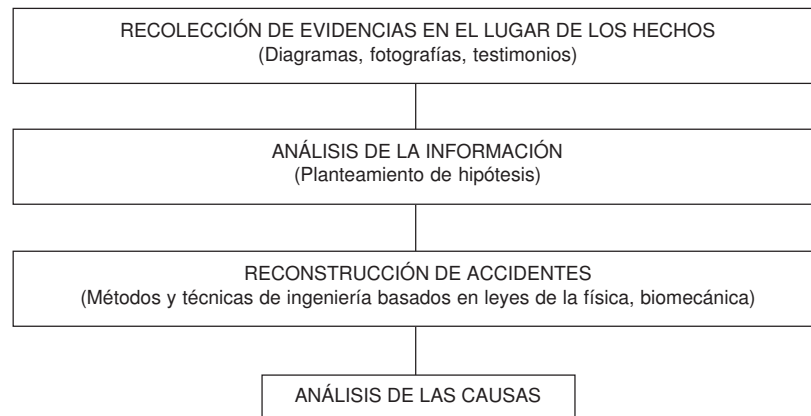
Recolección de evidencias en el lugar de los hechos

Principalmente, la información sobre los accidentes de tráfico se reúne para unos usos específicos. Tales propósitos determinan o de-

berían determinar la cantidad y protagonismo de la información recogida, como:

- ♦ Evidencias en la vía
 - Las huellas permiten determinar la velocidad y la trayectoria del vehículo.
 - Los fragmentos permiten estimar el lugar de colisión.
 - Las características de la vía permiten tener en cuenta su diseño en la reconstrucción.
 - Las posiciones finales de los vehículos permiten utilizar las fórmulas de la física en la ley de conservación del movimiento.
- ♦ Daños de los vehículos
 - Determinan la posible posición relativa al momento del accidente.
 - Permiten correlacionarse con lesiones de las víctimas.
- ♦ Lesiones de las víctimas
 - Permiten determinar la posible secuencia del movimiento de la víctima.
 - En casos de atropellos, permiten estimar la velocidad del vehículo involucrado.

Figura 1.4
Proceso de la investigación de accidentes.



Fuente:
Elaboración propia.

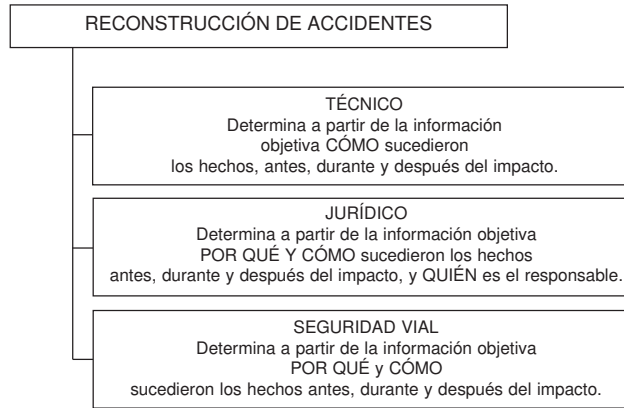


Figura 1.5
Procesos de la reconstrucción de accidentes.

Fuente:
Elaboración propia.

Análisis de la información

El análisis de la información es el nivel siguiente de la investigación de accidentes, el cual se realiza muy fácilmente teniendo ya recopilada la información en el lugar de los hechos.

Se pueden determinar aspectos como:

- ♦ Velocidad a partir de las huellas de frenado.
- ♦ Distancia de frenado.
- ♦ Experticio o peritaje de daños.
- ♦ Investigación de las luces en el caso de estar encendidas o apagadas.
- ♦ Investigación de los neumáticos después de un accidente.

Reconstrucción de accidentes

La reconstrucción de un accidente presenta tres aspectos:

Técnico

Esta parte se refiere a los métodos y técnicas de ingeniería basados en las leyes de la física. Cómo es el análisis dinámico de acciden-

tes de tránsito, en la medida en que se hace una aproximación más real del accidente la herramienta matemática se vuelve más compleja. Las herramientas computacionales son un instrumento imprescindible para atacar estos problemas con la modelación en computador. Algunos paquetes de computador son:

- ♦ RECONSTRUCTOR 98®, elaborado por la casa Cevimap de España.
- ♦ PC CRASH®, elaborado por Maccinis Engineering Associates de Estados Unidos.
- ♦ VISTA FX®, elaborado por Visal Statement Inc de Canadá.
- ♦ HVE®, elaborado por Engineering Dynamics Corporation (EDC) de Estados Unidos.

Diagnósticos de seguridad vial

Con base en las resultantes del procedimiento anterior, que tienen que ver con la determinación de la causalidad del problema en lugares específicos de la red, posteriormente se debe realizar un diagnóstico integral.

En este instante se determina el origen del accidente o sea la llamada "Causa real o

causa eficiente”. Teniendo como referencia tres factores:

- ♦ La vía
- ♦ El vehículo
- ♦ El factor humano

En la figura 1.6 se presenta la solución dada por cada aspecto.

Con base en estos factores y sus diferentes caracterizaciones, se puede pensar que es indispensable tener como referencia una herramienta que reúna todos los aspectos que se deben considerar en el análisis del origen de las causas reales.

Por último, se generan los planes específicos de seguridad vial según las prioridades y objetivos que se definan en cada uno de los componentes del plan general.

Auditorías de Seguridad Vial

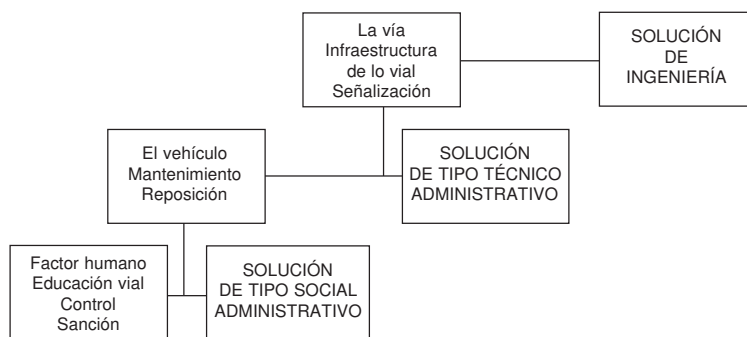
La Auditoría de Seguridad Vial aplicada a una realidad eminentemente urbana requiere articularse al contexto metropolitano y regional en lo particular, así como en el caso específico de Bogotá. Esta consideración es fundamental, en la medida en que la organización física del sistema vial de la ciudad responde a la forma como se accede a su ámbito urbano, desde el área de influencia inmediata y

de la región central del país, por vía terrestre, y del extranjero, principalmente por vía aérea. Esta particular forma de conexión de la ciudad incide fuertemente en la clasificación funcional de sus vías, sobre todo en las de mayor jerarquía; así mismo, la localización y la forma como se estructura el espacio urbano a partir de la dinámica de los procesos socioeconómicos de la ciudad definen las características e intensidad del movimiento de la población.

En este sentido la accidentalidad, en el nivel general, tiene relación causal con las características descritas anteriormente; de esta manera se ha procedido a organizar la secuencia de pasos que debe darse para contextualizar una Auditoría de Seguridad Vial en un entorno urbano muy comprometido con su realidad urbano regional, de país, y con los niveles de relaciones internacionales que como capital requiere tener.

En lo particular, las causas inmediatas de accidentalidad se refieren principalmente a los componentes del sistema de transporte: usuarios, tránsito (como respuesta al requerimiento de traslado define la demanda del movimiento), las vías (como espacio público destinado a la circulación de vehículos y peatones define la oferta) y el transporte a través de unidades vehiculares y modos diversos de traslado complementan la respuesta a la de-

Figura 1.6
Factores en la determinación de la causalidad del accidente.



Fuente:
Elaboración propia.

manda. La inconsistencia entre las necesidades y las respuestas a la movilización de la población ocasiona riesgos y desenlaces fatales, así como ineficiencia funcional entre los componentes del sistema de transporte, todo lo cual es una causa de accidentalidad; por tanto, en este nivel se definen las causas inmediatas que tienen enorme influencia en el mayor número de accidentes de tránsito.

En coherencia con los dos niveles descritos, se plantea una lista de chequeo que también considera las dos fuentes de causalidad: la inmediata y la mediata. Esta lista de chequeo se constituye en un instrumento de apoyo práctico a la verificación *in situ* de los factores y elementos que causan los accidentes, contribuyendo de esta manera con una información de contraste a la documentación que previamente tendrá el equipo de auditores.

Marco conceptual

El término auditoría proviene del latín (*auditor, -oris*), que tiene el mismo significado etimológicamente de escuchar; en sentido ampliado, hace referencia a la audiencia y a un protocolo riguroso de revisión.

En este mismo sentido se realizan auditorías a los proyectos desde el punto de vista del aseguramiento de la calidad, de los impactos ambientales, y como ha sido tradicional en el campo de la contabilidad, las auditorías contables o revisorías fiscales –como se conocen más en nuestro medio–; el tema ha sido incorporado de modo integral en las políticas empresariales y en los procesos industriales, como en el caso de la industria petrolera y otras, conocidas como gestión QHSE por su sigla en inglés (*Quality, Health, Safety and Environment*), es decir, el aseguramiento de la calidad, de la salud ocupacional de usuarios y trabajadores, y del propio medio ambiente.

De esta manera surge entonces la metodología de las Auditorías de Seguridad Vial

(ASV), como se describe brevemente a continuación:

Las ASV surgieron en el Reino Unido a finales de la década de los ochenta, como una medida para disminuir la accidentalidad, con una meta inicial de reducción de 30%, y su práctica se extendió luego a Australia, Nueva Zelanda y Canadá. Recientemente, Estados Unidos adoptó dentro de sus políticas viales las Auditorías en Seguridad Vial y el Banco Mundial ha incorporado la metodología para proyectos en países en desarrollo.

Definición

Las ASV se definen como la utilización de métodos sistemáticos con fines eminentemente preventivos, que permiten verificar el cumplimiento de todos los aspectos involucrados con la seguridad de las vías y su entorno.

En este contexto, una ASV se desarrolla mediante un examen formal y sistemático de un proyecto de infraestructura vial futuro o existente, a partir del cual un grupo técnico calificado e independiente prepara un reporte sobre el potencial de accidentalidad o el desempeño integral relacionado con la seguridad (Institution of Transportation Engineers, ITE, y Federal Highway Administration, FHA). En consecuencia, el objetivo es identificar los posibles problemas de seguridad para considerar e incorporar las medidas que permitan paliarlos.

La Asociación Nacional de Transporte Vial y Autoridades de Tráfico en Australia (Austroads) define las Auditorías de Seguridad Vial como "... un examen formal de un camino existente o futuro, o de un proyecto de tráfico, o de cualquier proyecto, que actúa recíprocamente con los usuarios de la infraestructura vial, independientemente de los puntos de vista del examinador, calificando el potencial de

accidentalidad del proyecto y la seguridad de la operación”.

Aunque existen muchas otras definiciones, la mayor parte incluye el concepto según el cual una ASV es un examen formal que aplica los principios de seguridad desde una perspectiva multidisciplinaria, donde pueden participar todos los profesionales que planifican o diseñan infraestructura vial o proyectos con algún impacto sobre la movilidad de la población.

En todos los casos, las ASV se preocupan por la seguridad de todos los usuarios de dicha infraestructura, principalmente de aquellos con mayor vulnerabilidad como los peatones, discapacitados y niños, hasta los ciclistas y conductores.

Como en todo proceso de seguridad vial, el objetivo central siempre estará centrado en la prevención de la accidentalidad, en reducir el número de accidentes o al menos mitigar la gravedad o severidad de los mismos, y en general en minimizar el número de personas lesionadas y de salvar vidas humanas. El principio rector será privilegiar la seguridad a toda costa por encima de la movilidad, la capacidad o de cualquier otro factor.

El riesgo de ocurrencia de accidentes es directamente proporcional al producto de dos variables: la vulnerabilidad y las amenazas.

La metodología de las ASV es de tipo proactivo y busca anticiparse a la ocurrencia de los siniestros. De esta manera se recomienda aplicar las ASV en todas las etapas, desde la concepción del proyecto hasta su puesta en operación. Cada país define las etapas de control y se ha encontrado que una aplicación muy intensiva comprende en algunos países las siguientes etapas: diseño detallado, preoperación (construcción) u operación.

Fases de auditorías

En las fases de *prefactibilidad y factibilidad* del proyecto, una ASV puede influenciar

el alcance, el trazado de la ruta, la selección de los parámetros de diseño –de acuerdo con las especificaciones y los usos del suelo adyacente–, el impacto sobre la red existente, la continuidad de la ruta, la disposición de intercambiadores o intersecciones, la velocidad máxima de diseño, el control de accesos, el número de carriles, las terminales de la ruta, la infraestructura para peatones, entre otros.

Los auditores deben visualizar cómo afecta el proyecto la continuidad de la red vial adyacente e identificar las necesidades de seguridad de todos los usuarios de la vía, es decir, peatones, ciclistas, conductores, entre otros. En las áreas urbanas es importante que el auditor analice las zonas de influencia del proyecto, su clasificación por usos del suelo y su integración a la seguridad total del mismo. Hay que tener en cuenta el análisis desde distintos escenarios, como condiciones atmosféricas adversas, análisis diurno y nocturno, perfiles de usuarios, entre otros.

En la *fase de prediseño*, la auditoría inicia su actividad a partir del diseño preliminar. Las consideraciones típicas incluyen los alineamientos, la disposición de las intersecciones, el tipo de vía, el ancho de carril y de berma, la pendiente transversal horizontal y longitudinal del pavimento, el peralte, los espacios para vehículos parqueados, los espacios para ciclistas y peatones, los elementos para control de velocidad en zonas urbanas, entre otros.

Los objetivos primarios en esta etapa son evaluar la seguridad relativa de las intersecciones o intercambiadores, los alineamientos horizontal y vertical, la sección transversal, la distancia de visibilidad y otros parámetros de diseño.

En las áreas urbanas se deben incluir dentro de la evaluación los elementos de control para seguridad de peatones y ciclistas, y de

acuerdo con los usos del suelo considerar todos los dispositivos e infraestructura que mitiguen el impacto de las obras de infraestructura vial para la seguridad de peatones y residentes. Las auditorías, en esta fase, deben completarse antes de finalizar la adquisición de terrenos, para evitar complicaciones si se requieren cambios significativos del alineamiento o de la ubicación de infraestructura urbana.

En la *fase de diseño detallado*, la auditoría se inicia cuando se termina el diseño detallado, pero antes del alistamiento de los documentos de la licitación. Las consideraciones que hay que tomar en cuenta incluyen líneas de demarcación, señalización, delineación, iluminación, detalles de las intersecciones, distancias a obstáculos laterales, elementos para usuarios especiales de la vía como peatones, ciclistas, discapacitados, niños, adultos mayores; gerencia temporal del tráfico y control durante la construcción; drenaje, postes y otros objetos al borde de la carretera; paisajismo y defensas.

La *fase de preoperación* se encuentra inmediatamente antes de dar al servicio una carretera, vía urbana o infraestructura urbana que afecte la movilidad. El equipo de la auditoría debe dirigir una inspección del sitio para tener la certeza de que las necesidades de seguridad de todos los usuarios (peatones, ciclistas, automotores y otros) estén satisfechas. El equipo de la auditoría debe efectuar las inspecciones durante el día y la noche y, si es posible, realizarlas en condiciones adversas de tiempo. Este tipo de auditoría involucra los elementos mencionados en las etapas anteriores, sólo que pretende determinar si existen condiciones de riesgo que no eran evidentes, probablemente por variaciones ocurridas entre las etapas de diseño y durante la construcción.

Finalmente, en la *fase de operación* se pueden emprender las ASV al poco tiempo de dar al servicio la carretera, vía urbana o equipamiento urbano. Puede obtenerse una visión más clara de los puntos críticos, a través de la observación de los comportamientos operacionales. Esta etapa implica un examen sistemático de tramos de la red vial existente para evaluar la suficiencia de la vía, de las intersecciones, del mobiliario vial y urbano, del borde de la carretera, desde el punto de vista de la seguridad.

Las medidas correctivas, aunque mucho más costosas en esta fase, todavía pueden ser eficaces. Las ASV pueden dirigirse también a cualquier sección de una red vial o zona urbana existente para identificar las deficiencias relacionadas con la seguridad. La información recolectada de los informes de accidentalidad es un componente importante para estas auditorías.

Las ASV se realizan con las listas de control, las cuales se utilizan como una herramienta para la organización y revisión de los elementos y condiciones iniciales que un experto en ASV puede apreciar, con el fin de realizar un diagnóstico inicial rápido sobre los posibles riesgos para la seguridad vial de una infraestructura y orientar los análisis posteriores, de acuerdo con las áreas o sectores más críticos.

La metodología de listas de chequeo o de control proviene de los estándares utilizados desde hace mucho tiempo por la aviación y las empresas aéreas de transporte de pasajeros; consisten en un protocolo ordenado, riguroso y lógico de secuencias de elementos que hay que revisar a manera de *aide memoire* o ayuda de memoria, con el fin de que no se omita ninguno de los pasos y facilite el control operacional de todas las actividades.

Teniendo en cuenta las experiencias internacionales en listas de chequeo, se presenta a continuación una matriz comparativa en

la que se ilustra el grado de participación de cada uno de los elementos que influyen en la accidentalidad vial y que son chequeados. De igual manera, se comenta acerca del enfoque que tiene cada una de ellas, según la etapa en que se encuentre el proyecto o la sencillez en el diligenciamiento de la misma.

Programa de Auditoría de Seguridad Vial

Para la concepción de este programa se requiere una comprobación de características, la cual nos lleva a las listas de chequeo, que permiten verificar cada uno de los aspectos o elementos del proyecto en el marco de la etapa en la que se encuentren; cabe mencionar que estas listas de chequeo son el resultado del análisis de las experiencias internacionales y de los resultados de la caracterización de accidentalidad en Bogotá, D.C.

Las listas de chequeo aplicables en procesos de Auditoría en Seguridad Vial en Bogotá, D.C., son cuatro, cada una de las cuales se describe, en su concepción macro, en el *Manual de diseño, formulación y asesoría de un Programa de Auditoría de Seguridad Vial*, como una estrategia para contribuir a la disminución de los índices de accidentalidad vial para la ciudad de Bogotá, D.C.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Stannard Baker J. & Lynn b. fricke (2002). *Manual de investigación de accidentes de tráfico*. España: Sictra, Northwestern University.
- Cal & Mayor Asociados, S.C. (2005). *Diseño, formulación y asesoría de un programa de Auditoría de Seguridad Vial como una estrategia para contribuir a la disminución de los índices de accidentalidad vial para la ciudad de Bogotá, D.C.* Contrato BM-37-STT.

2

Identificación y Estudio de Sitios, Corredores y Sectores Peligrosos

CONTENIDO

2.1	ENFOQUE GENERAL	2-6
2.2	IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DEL PROBLEMA	2-6
2.2.1	Información disponible	2-7
2.2.2	Ubicación y concentración del problema	2-8
2.2.3	Priorización del problema	2-8
2.3	ESTUDIO DE SITIOS, CORREDORES Y SECTORES PELIGROSOS	2-14
2.3.1	Información disponible	2-14
2.3.2	Microzonificación	2-15
2.3.3	Visita inicial al sitio	2-15
2.3.4	Análisis de la accidentalidad	2-16
2.3.5	Evaluación operacional	2-16
2.3.6	Identificación de conflictos	2-18
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	2-20

FIGURAS

Figura 2.1	Enfoque general	2-4
Figura 2.2	Lineamientos metodológicos para la identificación y priorización del problema	2-5
Figura 2.3	Accidentes por corredores en Bogotá, 2004	2-9
Figura 2.4	Accidentes en la avenida Boyacá con avenida 1º de Mayo, 2004	2-10
Figura 2.5	Accidentalidad en Bogotá por localidades, 2004	2-11
Figura 2.6	Lineamientos para el estudio de lugares peligrosos	2-12
Figura 2.7	Lineamientos para la información disponible	2-13
Figura 2.8	Formulario para entrevistar a vecinos de sitios críticos de accidentalidad vial	2-15
Figura 2.9	Convenciones para los diagramas de colisión	2-17

El presente capítulo contiene una de las herramientas útiles y sustanciales en la definición de estrategias de intervención, con el fin de reducir la accidentalidad y mitigar los impactos causados por este fenómeno, mediante la identificación y estudio de sitios, corredores y sectores peligrosos, que van desde el análisis de punto hasta el estudio de zonas o regiones.

Luego de la definición del enfoque general de trabajo, se presentan los lineamientos para la identificación y priorización del problema de la accidentalidad en sitios, corredores y sectores, los cuales se basan fundamentalmente en una etapa de obtención de la información disponible, cuantificación de la magnitud y frecuencia del problema, su ubicación y concentración en los lugares contemplados en el presente documento, y posteriormente se produce un proceso de jerarquización del problema, para cada uno de los elementos de análisis.

Identificado el problema de la accidentalidad en la ciudad y establecida su jerarquía, se debe iniciar un proceso de estudio a los sitios, corredores, sectores o zonas que requieren una atención pronta. En este sentido,

en el presente documento se explican los lineamientos para el estudio de seguridad vial en los sitios, corredores y sectores o zonas seleccionados con los criterios mencionados en el proceso de la identificación y formación de las prioridades del problema de la accidentalidad vial urbana.

Estos lineamientos consisten básicamente en la recopilación de la información disponible, una microzonificación dadas las condiciones del entorno prevaleciente en el área de influencia del lugar, la correspondiente visita al sitio, enfocada principalmente en la observación de fenómenos y condiciones que incidan en el comportamiento de los usuarios del sistema de transporte y, por consiguiente, la realización de una evaluación operacional y análisis de la accidentalidad vial registrada en el lugar de análisis.

Los aportes de este capítulo están encaminados a brindar los lineamientos generales de análisis del problema de la accidentalidad vial urbana necesarios para la determinación conceptual de las intervenciones estatales para lograr beneficios acordes con las dimensiones y considerables magnitudes del problema.

2.1 ENFOQUE GENERAL

En términos generales, desarrollar una metodología para la identificación y estudio de sitios, corredores y sectores peligrosos. Se basa fundamentalmente en la determinación del fenómeno de concentración de accidentes de tránsito, que en una ciudad como Bogotá, donde los indicadores de la accidentalidad muestran un alto impacto social con respecto a lo que se registra en países con mayores grados de industrialización, es un enfoque con el cual las medidas o tratamientos que se diseñen y se implanten para la mitigación del problema resulten con grados muy buenos de efectividad. La lógica de las metodologías aplicadas para carreteras se basa en la identificación de puntos críticos, sitios peligrosos, tramos de concentración de accidentes de tránsito. Se han desarrollado dadas las falencias en la obtención de los datos de accidentes de tránsito en primera instancia, como en la ubicación y características propias del accidente y las características lineales que proporcionan las condiciones de la infraestructura vial, lo que a su vez garantiza un flujo de tránsito continuo.

Aunque el caso urbano está circunscrito en otros tipos de componentes, como el entorno urbano, social, cultural, y características propias del sistema de transporte urbano como condiciones de circulación en un flujo discon-

tinuo, se presenta una metodología que responde básicamente a la misma lógica dada la ausencia de un sistema de información integral para la obtención, procesamiento y análisis de los datos relacionados con el tránsito actual.

En la figura 2.1 se ilustra el enfoque general de la metodología, donde se establece que mediante un proceso de identificación y priorización se determinan los sitios, corredores y sectores de la ciudad con mayor concentración de fenómenos de una misma característica, los cuales representan de alguna manera una mayor incidencia en seguridad vial. Como segunda instancia, se pasaría al estudio específico de los sitios que requieren atención inmediata.

2.2 IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DEL PROBLEMA

Definitivamente, cuando se registran grados muy altos de concentración de accidentes de tránsito en sitios específicos de la red vial, o corredores o sectores de la ciudad, las causas estarán en la mayor parte de los casos asociadas a posibles deficiencias en el sistema de transporte, especialmente en su componente de infraestructura vial y operación, o influencias directas de las condiciones del entorno particular existente como característica par-

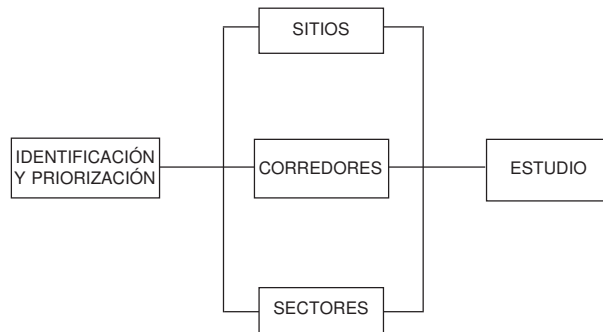
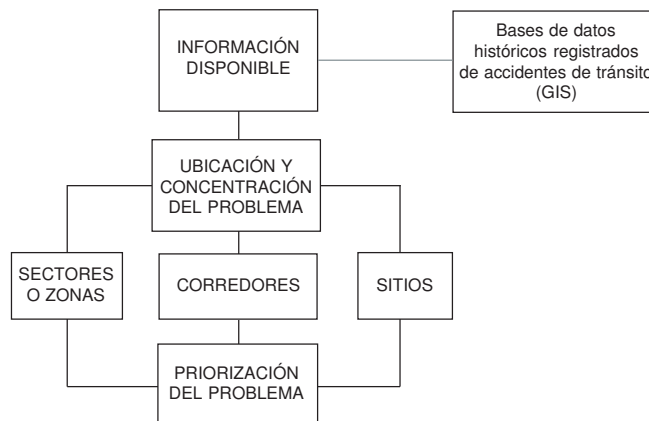


Figura 2.1
Enfoque general.

Fuente:
Elaboración propia.

Figura 2.2
Lineamientos metodológicos para la identificación y priorización del problema.



Fuente:
Elaboración propia.

ticular del sitio. Es decir, que en dichos casos tienen mayor importancia los aspectos exógenos al conductor, aunque aparentemente los registros demuestren que la causalidad aparente del fenómeno de inseguridad vial en dichos sitios es imputable principalmente al factor humano. Los lineamientos que se presentan en la figura 2.2 se basan fundamentalmente en la lógica anterior.

2.2.1 Información disponible

En primera instancia, se recopila y se analiza la información disponible que, básicamente, se compone de las bases de datos históricos de los accidentes de tránsito registrados en la ciudad.

Para el caso de Bogotá se debe acudir a la Secretaría de Tránsito y Transporte (STT), donde se encuentran los formatos de accidentes y las bases de datos con los registros de los accidentes levantados en la ciudad a diario, que posteriormente se utilizan para el análisis. Se supone que las bases de datos deben tener un proceso de depuración, con la finalidad de eliminar inconsistencias, determinar subregistros y, por último, estructurar una base de datos sólida y consistente con los datos que

manejan otras entidades que participan en el proceso. Por ejemplo, el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses posee información acerca de las víctimas que eventualmente mueren dentro de los 30 días siguientes a la ocurrencia del accidente de tránsito y por esto no son reportados como víctimas fatales de los siniestros en el informe inicial.

La información recolectada en el sitio del accidente por medio del formato de accidentes de la Secretaría de Tránsito y Transporte contiene la información primordial para el posterior análisis del siniestro.

Cuando los datos de la accidentalidad están contenidos en un Sistema de Información Geográfica (SIG) o georreferenciado, se facilita el manejo y administración de la información sistematizada de los accidentes, principalmente por la generación de mapas temáticos de las distintas variables o conjunto de ellas que ayudan a identificar los fenómenos de concentración de accidentes y las variables que caracterizan la ocurrencia del fenómeno, e incluso en un período de tiempo determinado.

Para ello se debe contar con la red vial digitalizada del municipio, incluyendo sus atributos o características físicas de mayor relevancia como la nomenclatura urbana, ubicar

los accidentes de tránsito en un contexto espacial, así como la clasificación jerárquica según las normas existentes en la ciudad, al igual que las rutas de transporte público.

Uno de los insumos importantes dentro del SIG es la inclusión de información temática por regiones, zonas, localidades, barrios, usos del suelo, para traslaparla con los datos de la accidentalidad y de esta manera generar un análisis de la accidentalidad registrada, teniendo en cuenta aspectos del entorno urbano, cultural, ambiental y socioeconómico.

2.2.2 Ubicación y concentración del problema

La concentración del problema está relacionada con el registro significativo en la repetición de eventos en un espacio, bien sea de carácter local, lineal, zonal, todos ubicados dentro de los distintos elementos de la red vial.

Por tanto, el primer concepto para identificar la concentración de accidentes de tránsito es el número de accidentes que se concentran en un mismo lugar, según el criterio del analista de accidentalidad. Este criterio debe estar compuesto por la definición de dos aspectos:

- ♦ La definición de un área de influencia del funcionamiento del sitio, que estará a cargo del experto, y tener presente la dimensión de la infraestructura vial y el funcionamiento del tránsito en el sitio.
- ♦ La definición del número de repeticiones anual de los eventos por sitio, a partir del cual ya se considera una concentración de accidentes.

Después de identificar en qué sitios de la red vial se concentran los accidentes de tránsito, se separan en tres grandes grupos que conforman elementos de análisis: sitios aislados de concentración de accidentes de tránsito, corredores con alta concentración de acci-

dentos de tránsito y sectores o zonas de concentración de accidentes de tránsito.

La segregación del problema permite identificar con mayor claridad sus características, en especial aquellas variables espaciales relacionadas con la influencia por parte de la infraestructura vial y el entorno, en la accidentalidad registrada.

El criterio de concentración de accidentes de tránsito se define teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- ♦ Concentración de accidentes de tránsito totales.
- ♦ Concentración de accidentes de tránsito con heridos.
- ♦ Concentración de accidentes de tránsito sin víctimas (solo daños).
- ♦ Concentración de accidentes de tránsito con muertes.
- ♦ Concentración de accidentes de tránsito con peatones.
- ♦ Concentración de accidentes de tránsito con ciclistas.
- ♦ Concentración de accidentes de tránsito con motociclistas.
- ♦ Concentración de accidentes de tránsito con pasajeros.

Es decir, que la agrupación de las características particulares de los accidentes de tránsito se analiza por temas que corresponden a los criterios anteriores y que pueden definir una jerarquía mayor al ser priorizados, para cada uno de los elementos espaciales de análisis. Si se tiene el apoyo de un GIS, se facilitaría esta labor y su correspondiente análisis.

2.2.3 Priorización del problema

El Plan Nacional de Seguridad Vial define claramente sus programas, los cuales se dividen en programa de soporte institucional, programas de apoyo y programa central. Den-

tro del programa central están incluidos dos componentes: uno orientado al mejoramiento de la seguridad en algunos sectores de la comunidad, llamado “comunidades seguras”, y el otro al mejoramiento de la seguridad a usuarios de los sistemas del transporte, denominado “usuarios vulnerables”.

En el primer componente se toman en cuenta los barrios, localidades, transporte público y transporte escolar, como comunidades objetivo del programa central. Justamente la partición de la problemática en forma espacial en sectores, zonas y corredores, se enfoca a la determinación y caracterización del problema, que llevará consecuentemente al planteamiento de medidas y tratamientos dirigidos a mitigar la accidentalidad vial en ese contexto.

Dentro de los lineamientos metodológicos para la concepción del problema y sus posibles tratamientos se contempla la identificación de la concentración del problema, teniendo en cuenta los aspectos presentados en el numeral 2.4.

Desde el punto de vista anterior, se definen los siguientes criterios para la priorización:

Sitios

Los sitios que se consideran con estas características de alto riesgo, o de alta prioridad, son los siguientes:

- ♦ Sitios con concentración de accidentes de tránsito con heridos.
- ♦ Sitios con concentración de accidentes de tránsito con muertes.
- ♦ Sitios con concentración de accidentes de tránsito con peatones.
- ♦ Sitios con concentración de accidentes de tránsito con ciclistas.
- ♦ Sitios con concentración de accidentes de tránsito con motociclistas.
- ♦ Sitios con concentración de accidentes de tránsito con pasajeros.

Por otro lado, los sitios con concentración de accidentes de tránsito sin víctimas (sólo daños) se pueden clasificar en tres niveles de riesgo:

- ♦ Alta concentración.
- ♦ Media concentración.
- ♦ Baja concentración.

Los sitios que se encuentren con una concentración de accidentes de tránsito dentro del intervalo de confianza, según el análisis estadístico de la totalidad de los accidentes de esta clase correspondientes a los sitios de concentración de accidentes de tránsito, se definen de “media concentración”. Los sitios que registren una concentración de accidentes de tránsito mayor que el valor máximo del intervalo de confianza se definen como sitios de “alta concentración”. Y los sitios que posean una concentración menor que el valor mínimo del intervalo de confianza se definen como de “baja concentración”.

Corredores

Con la finalidad de facilitar la priorización de los distintos corredores, se ha determinado el cálculo de algunos indicadores de accidentalidad como:

- ♦ *Muertes por km.* Es una relación entre el número de muertes anuales y la distancia en kilómetros del corredor.
- ♦ *Heridos por km.* Es una relación entre el número de heridos anuales y la distancia en kilómetros del corredor.
- ♦ *Accidentes por km.* Es una relación entre el número de accidentes simples anuales y la distancia en kilómetros del corredor.

Con base en los valores de los indicadores anteriores, se calculan los intervalos de confianza para cada uno de los indicadores des-

critos anteriormente y se priorizan los distintos corredores, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

Por muertes por km

Los corredores con una distribución de muertes se pueden clasificar en tres niveles de riesgo:

- ♦ Alta concentración.
- ♦ Media concentración.
- ♦ Baja concentración.

Los corredores que se encuentren con una distribución de muertes por kilómetro dentro del intervalo de confianza, según el análisis estadístico de la totalidad de los accidentes de tránsito con muertes, se definen de “media concentración”. Los sitios que registren una distribución de muertes mayor que el valor máximo del intervalo de confianza se definen como sitios de “alta concentración”. Y los sitios que posean una distribución de muertes por kilómetro menor que el valor mínimo del intervalo de confianza se definen como de “baja concentración”.

Por heridos por km

Los corredores con distribución de heridos se pueden clasificar en tres niveles de riesgo:

- ♦ Alta concentración.
- ♦ Media concentración.
- ♦ Baja concentración.

Los corredores que se encuentren con una distribución de heridos por kilómetro dentro del intervalo de confianza, según el análisis estadístico de la totalidad de los accidentes de tránsito con heridos, se definen de “media concentración”. Los sitios que registren una distribución de heridos mayor que el valor máximo del intervalo de confianza se definen como

sitios de “alta concentración”. Y los sitios que posean una distribución de heridos por kilómetro menor que el valor mínimo del intervalo de confianza se definen como de “baja concentración”.

Por accidentes por km

Los corredores con distribución de accidentes simples (sólo daños) se pueden clasificar en tres niveles de riesgo:

- ♦ Alta concentración.
- ♦ Media concentración.
- ♦ Baja concentración.

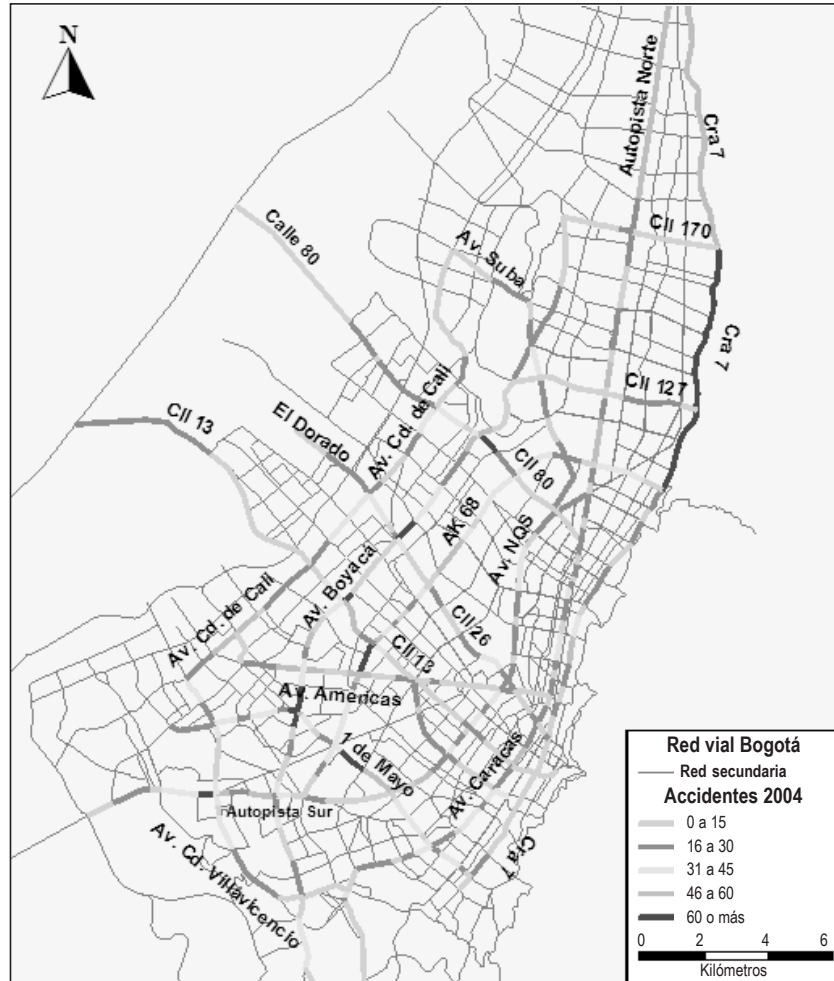
Los corredores que se encuentren con una distribución de accidentes de tránsito dentro del intervalo de confianza, según el análisis estadístico de la totalidad de los accidentes correspondientes a los sitios de distribución de éstos, se definen como de “media concentración”. Los sitios que registren una distribución de accidentes de tránsito superior al valor máximo del intervalo de confianza se definen como sitios de “alta concentración”. Y los sitios que posean una distribución menor que el valor mínimo del intervalo de confianza se definen como de “baja concentración”. De manera ilustrativa, en la figura 2.3 se muestra la red vial de la ciudad, georreferenciada, donde se clasifican los corredores según el número de accidentes presentados en un año.

Como complemento a los datos de la figura anterior, en la figura 2.4 se muestra el detalle del número de accidentes en la intersección de la avenida Boyacá con avenida 1º de Mayo.

Sectores o zonas

Con la finalidad de facilitar la priorización de los distintos sectores, se ha determinado el

Figura 2.3
Accidentes
por
corredores
en Bogotá,
2004.



Fuente:
Elaboración
propia.

cálculo de algunos indicadores de accidentalidad, como:

- ♦ *Muertes por ha.* Es una relación entre el número de muertes anuales y el área en hectáreas.
- ♦ *Heridos por ha.* Es una relación entre el número de heridos anuales y el área en hectáreas.

- ♦ *Accidentes por ha.* Es una relación entre el número de accidentes simples anuales y el área en hectáreas.

Con base en los valores de los indicadores anteriores, se calculan los intervalos de confianza para cada uno de los indicadores descritos anteriormente y se priorizan los distintos sectores, tomando en cuenta los siguientes criterios:

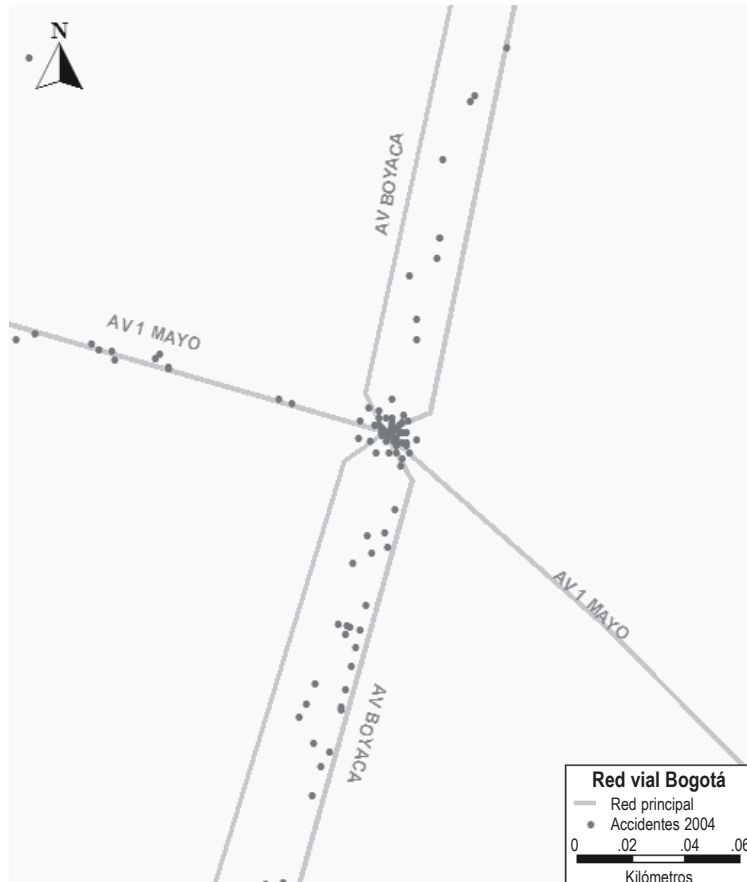


Figura 2.4
Accidentes en la
avenida Boyacá
con avenida 1º
de Mayo, 2004.

Fuente:
Elaboración
propia.

Por muertes por km

Los sectores con una distribución de muertes se pueden clasificar en tres niveles de riesgo:

- ◆ Alta concentración.
- ◆ Media concentración.
- ◆ Baja concentración.

Los sectores que se encuentren con una distribución de muertes por hectárea dentro del intervalo de confianza, según el análisis estadístico de la totalidad de los accidentes de tránsito con muertes, se definen de “media concentración”. Los sitios que registren una distribución de muertes mayor que el valor máximo del intervalo de confianza se de-

tración”. Los sitios que registren una distribución de heridos mayor que el valor máximo del intervalo de confianza se definen como sitios de “alta concentración”. Y los sitios que posean una distribución de heridos por kilómetro menor que el valor mínimo del intervalo de confianza se definen como de “baja concentración”.

Por accidentes por km

Los sectores con distribución de accidentes simples (sólo daños) se pueden clasificar en tres niveles de riesgo:

- ♦ Alta concentración.
- ♦ Media concentración.
- ♦ Baja concentración.

En la figura 2.5 se muestra la distribución de accidentes por localidad en Bogotá en el año 2004. Del análisis de estos resultados se pueden tomar medidas por localidad para prevenir tales accidentes.

Los sectores que se encuentren con una distribución de accidentes de tránsito dentro del intervalo de confianza, según el análisis estadístico de la totalidad de los accidentes de

tránsito, se definen de “media concentración”. Los sitios que registren una distribución de accidentes de tránsito mayor que al valor máximo del intervalo de confianza se definen como sitios de “alta concentración”. Y los sitios que posean una distribución menor que el valor mínimo del intervalo de confianza se definen como de “baja concentración”.

2.3 ESTUDIO DE SITIOS, CORREDORES Y SECTORES PELIGROSOS

En la figura 2.6 se ilustran los lineamientos para el estudio de lugares peligrosos, tales como sitios, corredores y sectores o zonas.

Es importante anotar que los lineamientos metodológicos generales aplican para el estudio de los sitios, corredores y sectores o zonas.

2.3.1 Información disponible

En la figura 2.7 se ilustran los lineamientos para la determinación de la información disponible, la cual se ha dividido en dos com-

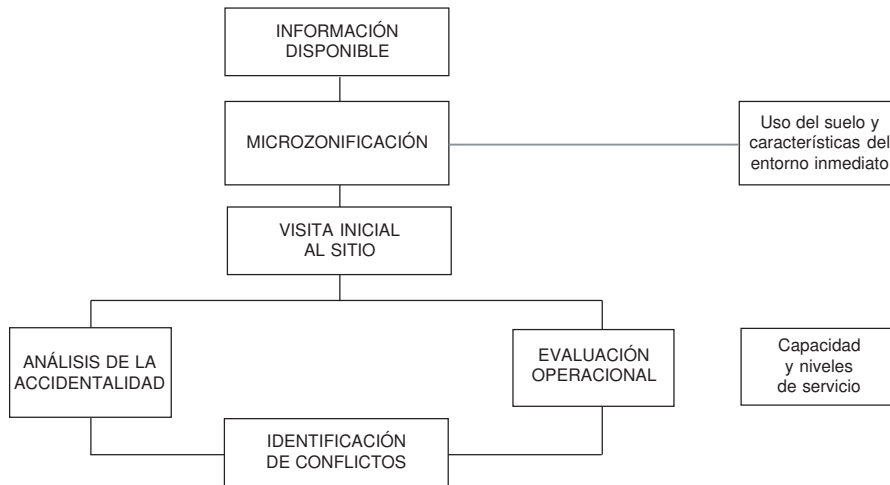
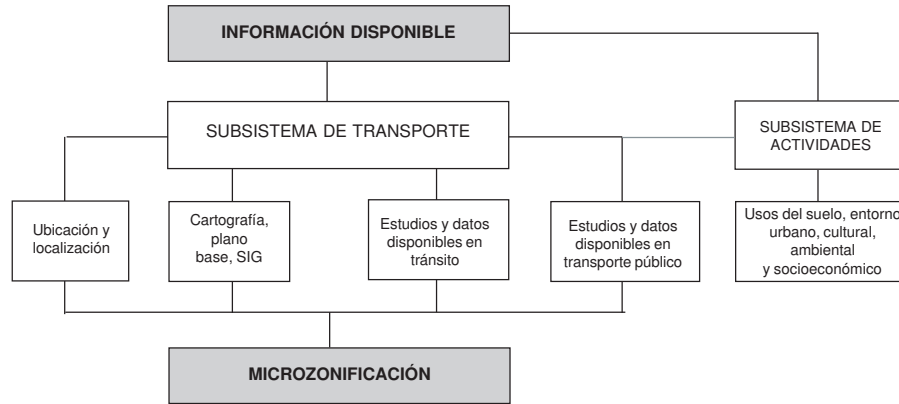


Figura 2.6
Lineamientos para el estudio de lugares peligrosos.

Fuente:
Elaboración propia.

Figura 2.7
Lineamientos
para la
información
disponible.



Fuente:
Elaboración
propia.

ponentes básicos; el primero tiene que ver con la información relativa al subsistema de transporte y el segundo está relacionado con las características del subsistema de actividades.

2.3.2 Microzonificación

Una vez identificados los lugares que representan una mayor concentración de la accidentalidad, es necesario analizar los factores relacionados con el entorno que inciden notoriamente en la concentración de accidentes de tránsito. Para todos los casos, el análisis de los sitios se debe basar en la recopilación de la información documental disponible sobre los aspectos de mayor relevancia en el entorno. En el evento de que no exista información secundaria, se debe obtener en campo la información, principalmente tomando en cuenta los siguientes aspectos.

- ♦ Condiciones socioeconómicas de la población.
- ♦ Estratificación de la población.
- ♦ División política de las localidades y barrios.
- ♦ Localización de áreas residenciales.
- ♦ Localización de áreas comerciales y de servicios.

- ♦ Localización de la actividad productiva.
- ♦ Localización de la actividad institucional.
- ♦ Localización de equipamientos de escala urbana (universidades, colegios, hospitales, clínicas, centros de salud, servicios, comercio, centros de recreación).
- ♦ Localización de grandes generadores de la demanda.

De esta manera en cada sitio, corredor y sector se realiza una microzonificación en un área de influencia que establezca el especialista. Para determinar la influencia de variables relativas al entorno inmediato en las características del fenómeno de la accidentalidad.

2.3.3 Visita inicial al sitio

Es necesario realizar las inspecciones de campo en función de la distribución de los accidentes, es decir, por día de la semana y por hora del día para observar el lugar en las condiciones más propicias para la ocurrencia de los accidentes. En forma complementaria puede resultar útil observarlo en un período de baja frecuencia de accidentes, para detectar las diferencias en las condiciones de la vía, del tránsito y en el comportamiento de los actores.

Vale la pena resaltar que la(s) persona(s) que se dispone(n) a realizar la visita tenga(n) un conocimiento previo de la zona de estudio (realizado en una visita preliminar), con el fin de que posea(n) una buena ubicación geográfica en el momento de recolectar la información, así como para que identifique(n) los principales centros generadores de tránsito.

Es recomendable utilizar listas de chequeo generales, como las descritas en el capítulo de Auditorías de Seguridad Vial, con la finalidad de obtener una información confiable. En el estudio efectuado por Cal & Mayor y Asociados, S.C., llamado *Diseño, formulación y asesoría de un programa de auditoría de Seguridad Vial como una estrategia para contribuir a la disminución de los índices de accidentalidad vial para la ciudad de Bogotá, D.C.*, se puede conocer en detalle la manera de realizar este tipo de actividades.

Finalmente se deben realizar entrevistas a los vecinos del lugar, pues son ellos quienes han tenido la oportunidad de presenciar la ocurrencia de uno o más accidentes, de los cuales pueden deducir condiciones que no se hayan considerado o que sean difíciles de apreciar en el momento del accidente o de la visita, ya que forman parte del comportamiento cotidiano de la zona. El “Formulario para entrevistar a vecinos y usuarios de sitios críticos por accidentalidad vial”, se puede ver en la figura 2.8.

2.3.4 Análisis de la accidentalidad

El procedimiento de análisis de la accidentalidad se realiza teniendo en cuenta temas principales como:

- ♦ La progresión anual de los indicadores de la accidentalidad, analizando las tendencias.
- ♦ La estacionalidad del fenómeno mensual, en la cual se refleja el comportamiento de

los meses más críticos en cuanto a la accidentalidad se refiere.

- ♦ La influencia de los fines de semana en el comportamiento general de una semana típica o en el patrón diario semanal.
- ♦ La influencia de los períodos de congestión y no congestión en la accidentalidad.
- ♦ La influencia de los períodos nocturnos en la accidentalidad.
- ♦ Las causas aparentes registradas más comunes en cuanto a su frecuencia, las causas que presentan la mayor gravedad y la influencia de los elementos de la seguridad vial como el comportamiento de los conductores, fallas en los vehículos, el comportamiento de los peatones, y en general otros usuarios del sistema de transporte.
- ♦ La tendencia y progresión de las clases de accidentes y la influencia del estado de la superficie.
- ♦ La influencia de los tipos de vehículos que presentan la mayor frecuencia de accidentes y los de mayor gravedad.

Para los sitios, se puede agrupar la problemática de acuerdo con los tipos de intersecciones: intersección a nivel y las intersecciones a desnivel, como también con otros tipos de clasificaciones de acuerdo con las distintas formas de intersecciones.

En el caso de los corredores, se agrupan de acuerdo con la clasificación funcional definida por la jerarquía vial y algunos elementos del sistema de transporte como el transporte público colectivo, el transporte masivo y las ciclorrutas. Para los accidentes agrupados por zonas se pueden analizar según las unidades urbanas homogéneas.

2.3.5 Evaluación operacional

Permiten evaluar las condiciones de operación del sitio en estudio desde el punto de

Figura 2.8
Formulario para entrevistar a vecinos de sitios críticos de accidentalidad vial.

CIUDAD _____ OFICINA DE TRÁNSITO _____
 FECHA _____ DIRECCIÓN _____ PUNTO CRÍTICO No. _____
 ENTREVISTADOR _____ ENTREVISTADO _____
 Edad _____ Años Género: F__ M__ Hora: ____ : ____ a.m. ____ p.m. ____

A. CARACTERÍSTICAS DE LOS ACCIDENTES

1. Cuántos accidentes cree usted que ocurren mensualmente en este lugar:
 De 1 a 5 ____ De 6 a 10 ____ De 11 a 15 ____ De 16 a 20 ____ Más de 20 ____

2. Cuántos de estos accidentes cree usted que son atendidos por la autoridad del tránsito: ____

3. Usted cree que los accidentes que se presentan en este lugar generan con frecuencia (ordénelos de mayor a menor ocurrencia):
 Muertos (____) Heridos (____) Sólo daños (____)

4. Cuál cree que es el accidente más común en este lugar:
 Choque ____ Caída de ocupante ____
 Atropello ____ Incendio ____
 Volcamiento ____ Otro _____

5. Qué día de la semana cree usted que se presentan más accidentes:
 Lunes ____ Martes ____ Miércoles ____ Jueves ____ Viernes ____ Sábado ____ Domingo ____
 A qué hora: ____

6. Usted piensa que la mayoría de accidentes se presenta cuando hay:
 Lluvia ____ Niebla ____ Viento ____ Condiciones normales ____

7. Cuál cree usted que es la causa por la que se presentan los accidentes: _____

8. Qué cree usted que se debería hacer para remediar esta situación: _____

Fuente:
 Guía metodológica para el manejo de puntos críticos por accidentalidad en vías urbanas, Universidad Nacional, 2003.

vista del funcionamiento de los elementos del tránsito, como semáforos, señalización vertical y horizontal, dispositivos de seguridad, condiciones geométricas de la vía, entre otros. Los estudios de campo comúnmente realizados son los siguientes:

- ♦ Volúmenes de tránsito vehicular.
- ♦ Volúmenes de peatones.
- ♦ Volúmenes de ciclistas.
- ♦ Demoras en intersecciones.
- ♦ Velocidad instantánea.
- ♦ Velocidades de recorrido y de marcha.

- ♦ Comportamiento de los conductores.
- ♦ Comportamiento de los peatones.
- ♦ Comportamiento de los ciclistas.
- ♦ Comportamiento de los pasajeros.

La evaluación operacional debe realizarse en los periodos en donde la accidentalidad es crítica desde varios puntos de vista:

- ♦ Período en el cual se registra la mayor concentración de accidentes de tránsito.
- ♦ Período en el cual se registra la mayor concentración de accidentes de tránsito con muertes.
- ♦ Período en el cual se registra la mayor concentración de accidentes de tránsito con solo heridos.
- ♦ Período en el cual se registra la mayor concentración de accidentes de tránsito con peatones involucrados.
- ♦ Período en el cual se registra la mayor concentración de accidentes de tránsito con ciclistas involucrados.
- ♦ Período en el cual se registra la mayor concentración de accidentes de tránsito con pasajeros involucrados.

Del análisis de los resultados se obtendrá la influencia de los grados de congestión y conflictos en la accidentalidad vial. En el tomo II del presente *Manual*, “Tránsito”, se describen los lineamientos para la ejecución de estudios de tránsito.

2.3.6 Identificación de conflictos

Para la identificación de los conflictos se presentan a continuación dos herramientas para su adecuada determinación.

Elaboración de diagramas de condiciones

El diagrama de las condiciones existentes (croquis) es un dibujo a escala, en planta,

que muestra las características físicas del sector crítico que se analiza, el cual es una ayuda para la mejor interpretación de las causas de los accidentes. La lista de los elementos que deben indicarse en un diagrama de condiciones es la siguiente:

- ♦ Nombre y ancho de la calle.
- ♦ Trazo del alineamiento de cada sardinel.
- ♦ Pendiente de las vías.
- ♦ Restricciones del tránsito (semáforos, marcas sobre el pavimento y señales de pare, ceda el paso, giros prohibidos). De ser necesario, las marcas sobre el pavimento deben dibujarse por separado, mostrando sus dimensiones.
- ♦ En cada cuadrante hay que medir y ubicar a lo largo de cada orilla del sardinel los siguientes datos:
 - El radio de curvatura de las esquinas.
 - Las aceras con sus respectivas zonas verdes.
 - Las señales de tránsito con sus códigos correspondientes.
 - Las obstrucciones principales a la visión y su altura.
 - Otros objetos (postes, hidrantes, bolardos, entradas, árboles mayores de 45 cm de diámetro).
 - La distancia usual para las mediciones es de 30 a 60 m a partir de la intersección.
- ♦ En un esquema del área de influencia de la intersección, se indican los tipos de dispositivos para la regulación del tránsito en cada intersección (semáforos, circulación direccional, señales de pare y ceda el paso, etc.). Además, es necesario indicar el tipo de uso del suelo en cada manzana (área residencial, iglesia, planteles educativos, fábricas, cruce de ferrocarril).

Figura 2.9
Convenciones para los diagramas de colisión.

TIPO	CONVENCIÓN	DESCRIPCIÓN
ACCIDENTE CON CHOQUE SIMPLE		Choque frontal
		Choque lateral
		Choque trasero
		Choque transversal
		Choque con obstáculos en la vía
		Choque con señalización u otro amoblamiento urbano
		Volcamiento
ACCIDENTE CON HERIDO		Choque frontal
		Choque lateral
		Choque trasero
		Choque transversal
		Choque con obstáculos en la vía
		Choque con señalización u otro amoblamiento urbano
		Atropello
ACCIDENTE CON MUERTO		Choque frontal
		Choque lateral
		Choque trasero
		Choque transversal
		Choque con obstáculos en la vía
		Choque con señalización u otro amoblamiento urbano
		Atropello
ACCIDENTE CON MUERTO		Caída de ocupante
		Volcamiento

Fuente:
La accidentalidad vial en Bogotá.
Universidad Nacional de Colombia, 2002.

Elaboración de diagramas de colisión

En el diagrama de colisión se ilustran gráficamente los detalles importantes de cada uno de los accidentes en un lugar. Desde el punto de vista de ingeniería de tránsito, los detalles más importantes que se deben conocer en estos diagramas son los siguientes:

- ♦ ¿Qué pretendían hacer los conductores antes del accidente (girar, estacionarse, reducir la velocidad)?
- ♦ Las trayectorias de los vehículos antes del accidente, ilustrando el inicio de cualquier movimiento de giro.
- ♦ Las condiciones atmosféricas en el momento del accidente.

- ♦ La fecha, hora y día de la semana de ocurrencia del accidente.
- ♦ Las condiciones del pavimento.

En el diagrama se muestran los accidentes por medio de símbolos y flechas direccionales. Así mismo, se indican las trayectorias y los puntos de choque de los vehículos, peatones y ciclistas involucrados.

La elaboración de los diagramas se hace con base en los croquis y demás información contenida en los formatos de los informes de accidentes ocurridos en el sector. En muchas ocasiones el diagrama de condición y el de colisión se elaboran sobre una misma gráfica.

La conveniencia de esto dependerá de la cantidad de información y de su facilidad para identificarla dentro del diagrama.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cal & Mayor y Asociados, S.C. (1998). *Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y el transporte en Santafé de Bogotá*. Secretaría de Tránsito y Transporte de Bogotá.
- Carvajal Benítez Mauricio (2002). *Formulación de planes de seguridad vial en corredores urbanos*. Secretaría de Tránsito de Santiago de Cali.
- Díaz Pineda, Jacobo. Seminario sobre seguridad vial. Cesvi Colombia S.A.
- Gordillo Valero, Migdaly & Gómez Pedraza, Hilbar Andrés (2003). *Guía metodológica para el manejo de puntos críticos por accidentalidad en zonas urbanas. Caso de Bogotá*. Bogotá: Trabajo de grado (ingeniero civil). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería Civil, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola, Unidad Académica de Transporte.
- Universidad Nacional de Colombia (2002). *La accidentalidad vial en Bogotá, D.C.*

3

Medidas de Mejoramiento del Sistema de Transporte

CONTENIDO

3.1	MEDIDAS ESTRATÉGICAS	3-8
3.1.1	Mejoras de renovación urbana	3-10
3.1.1.1	Transformación de la infraestructura vial de una zona residencial	3-10
3.1.2	Gestión institucional	3-11
3.1.2.1	Renovación urbana	3-11
3.1.3	Uso del suelo	3-11
3.1.4	Diferenciación de horarios	3-12
3.1.5	Tarifas viales	3-12
3.1.6	Restricción vehicular (“pico y placa”)	3-13
3.1.6.1	Normas y excepciones	3-13
3.1.6.2	Rotación	3-14
3.1.6.3	Ampliación de la restricción	3-14
3.1.7	“Día sin carro”	3-15
3.2	MEDIDAS EN TRÁNSITO	3-18
3.2.1	Modificación a la infraestructura	3-18
3.2.1.1	Prohibición de giros y construcción de carriles exclusivos para giro	3-18
3.2.1.2	Carriles de cambios de velocidad	3-19
3.2.1.3	Ampliación de la sección en puntos estratégicos de la red vial y en accesos a intersecciones	3-22
3.2.1.4	Mejoras en pavimentos y drenajes	3-23
3.2.2	Modificaciones operativas	3-23
3.2.2.1	Modificación del sistema de control de tránsito en intersecciones	3-23
3.2.2.2	Mejoras en intersecciones	3-24
3.2.2.3	Cambios de calles de doble sentido a un solo sentido de circulación	3-25
3.2.2.4	Implementación de calles reversibles y carriles de contraflujo	3-26
3.2.2.5	Distancia de ubicación de la línea de pare en giros	3-27
3.2.2.6	Carriles para vehículos de alta ocupación	3-28
3.2.3	Modificaciones en los semáforos	3-29
3.2.3.1	Criterios para controlar una intersección con semáforo	3-29
3.2.3.2	Señalización semafórica	3-30
3.2.3.3	Programación de semáforos en intersecciones	3-31
3.2.3.4	Coordinación de semáforos	3-31
3.2.3.5	Bahías exclusivas para giro izquierdo	3-32
3.2.4	Medidas para estacionamientos	3-33
3.2.4.1	Restricciones	3-33
3.2.4.2	Zonas azules (uso de parquímetros)	3-33
3.2.5	Medidas para peatones	3-34
3.2.5.1	Instalaciones físicas	3-34

3.2.5.2	Facilidades operativas	3-35
3.2.6	Medidas para cargue y descargue	3-35
3.2.7	Medidas para el tránsito de bicicletas	3-36
3.2.7.1	Planeación	3-36
3.2.7.2	Diseño	3-41
3.2.8	Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS)	3-41
3.2.8.1	Tecnología ITS	3-42
3.2.8.2	Objetivos generales de los ITS	3-43
3.2.8.3	Metas específicas	3-43
3.2.8.4	Clasificación y aplicaciones	3-44
3.2.8.5	Los ITS en Estados Unidos	3-45
3.2.8.6	Los ITS aplicados a carreteras	3-45
3.2.8.7	Centro de control de tráfico en autopistas y arterias principales.....	3-46
3.2.8.8	Arquitectura de los ITS	3-49
3.2.8.9	Abreviaturas	3-49
3.3	MEDIDAS EN TRANSPORTE PÚBLICO	3-49
3.3.1	Sistema de transporte por cable (teleférico)	3-50
3.3.2	Sistema metro.....	3-52
3.3.3	Reestructuración de rutas de transporte colectivo de pasajeros	3-53
3.3.4	Carriles exclusivos	3-54
3.3.4.1	Carriles exclusivos laterales	3-54
3.3.4.2	Carriles laterales en contraflujo	3-55
3.3.4.3	Carriles exclusivos centrales.....	3-55
3.3.4.4	Calles exclusivas	3-56
3.3.5	Terminales satélites de pasajeros intermunicipales	3-56
3.3.5.1	Operación a corto plazo	3-57
3.3.5.2	Operación a mediano y largo plazos.....	3-57
3.3.6	Estaciones de transferencia	3-58
3.3.6.1	Tipos de estaciones de transferencia	3-58
3.3.7	Otras medidas en transporte público	3-59
3.3.7.1	Bahías de ascenso	3-59
3.3.7.2	Aumento de la capacidad transportadora	3-60
3.4	OTRAS MEDIDAS	3-60
3.4.1	Dispositivos de contención	3-60
3.4.1.1	Elementos tipo barreras	3-60
3.4.1.2	Sistemas atenuadores de impacto	3-63
3.4.2	Balizamiento	3-66
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	3-67

FIGURAS

Figura 3.1	Transformación de una red vial residencial	3-10
Figura 3.2	Evolución de choques simples y comparendos	3-17
Figura 3.3	Evolución de la accidentalidad	3-18
Figura 3.4	Ejemplo de alternativas de circulación	3-20
Figura 3.5	Formas de carriles de cambio de velocidad	3-21
Figura 3.6	Carriles de desaceleración en curva.....	3-22
Figura 3.7	Ejemplo de un mejoramiento en la utilización de los carriles de un acceso	3-23

Figura 3.8	Diagramas para determinar la distancia a la que se debe ubicar la línea de pare	3-28
Figura 3.9	Ejemplo de plan de señales con distribución alterna de verdes	3-31
Figura 3.10	Ejemplo de diagrama espacio-tiempo	3-32
Figura 3.11	Cruce peatonal indirecto con barreras de protección	3-34
Figura 3.12	Esquemas de puentes peatonales	3-35
Figura 3.13	Modelo para la planeación comprensiva de ciclovías	3-36
Figura 3.14	Etapas del proceso de planeación del transporte en bicicleta	3-39
Figura 3.15	Control centralizado del tráfico en vías de alta capacidad	3-46
Figura 3.16	Arquitectura de los ITS	3-51
Figura 3.17	Carril exclusivo	3-55
Figura 3.18	Carril exclusivo lateral	3-56

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3.1	Circulación vial en el “Día sin carro”	3-16
Fotografía 3.2	Ciclorrutas y cicloparqueaderos en el “Día sin carro”	3-17
Fotografía 3.3	Carril VAO	3-28
Fotografía 3.4	Frente de parquímetro electrónico	3-34
Fotografía 3.5	Intersección con programación actuada. Avenida Boyacá por avenida Iberia	3-36
Fotografía 3.6	Ciclorruta avenida 19	3-38
Fotografía 3.7	Teleférico de Medellín o Metrocable	3-52
Fotografía 3.8	Metro de Medellín	3-53
Fotografía 3.9	Buses del sistema colectivo de pasajeros	3-54
Fotografía 3.10	Defensa tipo riel W semirrígida	3-61
Fotografía 3.11	Defensa tipo cable	3-62
Fotografía 3.12	Defensa en concreto 2	3-63
Fotografía 3.13	Sistema TAU LI atenuador de impacto	3-63
Fotografía 3.14	Defensa en concreto	3-64
Fotografía 3.15	Sistema de barreras de inercia atenuador de impacto	3-65
Fotografía 3.16	Terminal abatido central	3-66

TABLAS

Tabla 3.1.	Abreviaturas.	3-51
------------	--------------------	------

Los problemas relacionados con el transporte urbano afectan de manera importante la vida de casi todos los ciudadanos. La cantidad de tiempo que se emplea en desplazarse y la contaminación son dos de los inconvenientes que la mayoría de los usuarios padecen diariamente. Es frecuente escuchar diversas reacciones al respecto, que van desde la frustración, pasando por la resignación, hasta propuestas de posibles soluciones. Con el fin de plantear estas posibles soluciones es necesario analizar la problemática general del transporte urbano. A grandes rasgos, se podría decir que los principales elementos que conforman esta problemática son los siguientes: transporte público de mala calidad, deterioro ambiental, crecimiento desmedido del parque vehicular, crecimiento disperso de las ciudades, accidentes de tránsito y congestión.

Los altos grados de congestión en las ciudades representan niveles altos de presión en los sectores políticos, sociales, industriales y comerciales, que conducen en la mayor parte de los casos a generar proyectos viales orientados al aumento de la capacidad vial. Como resultado de esto, se espera lograr una disminución de los tiempos de viaje por los aumentos en las velocidades hipotéticas en las redes viales urbanas. Con esta premisa se podrían esperar facilidades para transportarse,

especialmente en vehículos particulares, propiciando crecimientos urbanos dispersos, cuya movilidad se caracteriza por viajes más largos en longitud y mayores en magnitud, conduciendo en forma rápida a la saturación de la red.

Este círculo vicioso está íntimamente ligado a la fascinación individual por el automóvil y las políticas para favorecer su uso. Es un caso en el que la suma de las acciones individuales ha perjudicado a la mayoría. En términos económicos, se podría resumir que el sistema actual no mantiene un balance entre la demanda por el uso del automóvil y el costo de satisfacer esa demanda. El costo en términos de infraestructura, deterioro ambiental, horas-hombre perdidas y accidentes, entre otros, es muy alto; sin embargo, el usuario paga solamente una parte marginal de ese costo.

Esos costos los paga la sociedad en su conjunto, incluyendo la cantidad de presupuesto gubernamental que requieren las obras para que puedan circular los automóviles. La visión de un transporte urbano sostenible debe partir del tipo de ciudad que se busca y el papel que el transporte cumple en ella. Más que vehículos, el objetivo se vuelve transportar digna y eficientemente al mayor número de personas. Para ello es necesario reasignar prioridades y administrar las vías de la mejor manera posible. La planeación y el reordenamiento urbano se vuelven herramientas que buscan

facilitar el derecho de transporte de la mayoría. Aunque el automóvil es uno de los medios para satisfacer ese derecho, asignarle toda la prioridad produce los problemas antes mencionados. Como su nombre lo indica, el transporte urbano sostenible está basado en el manejo racional de los recursos de tal manera que se satisfagan las necesidades de transporte de las personas, sin poner en riesgo los recursos naturales ni económicos de las presentes y de las futuras generaciones.

3.1 MEDIDAS ESTRATÉGICAS

Algunos de los principios para el desarrollo de un enfoque estratégico podrían ser los siguientes:

- ♦ **Priorizar el transporte público.** Como bien resume A. Molinero (p. 264): “Los transportes públicos no sólo son una necesidad para las ciudades medias y grandes, por su bajo costo en infraestructura y menor consumo de espacio físico, sino porque además son los únicos que aseguran una posibilidad real de accesibilidad para todos”. Esto incluye a niños, personas de la tercera edad y discapacitados. Por ejemplo, el transporte en Francia, de acuerdo con el documento adoptado por el Consejo Económico y Social, es visto como una misión de interés público y no únicamente como un servicio. Incluso se especifica que la red de transporte debe estar trazada de tal manera que ningún domicilio o lugar de trabajo en la zona urbana esté alejado más de 350 o 400 m de alguna parada de bus, o más de 700 u 800 m de una estación de metro (A. Alceda, p. 325). Una vez que se cuenta con la voluntad política, hay muchas maneras de mejorar el transporte público. Una tendencia que está tomando gran auge por su alta capacidad y bajo costo, comparativamente con otros medios masivos de transporte, son los buses en carriles exclusivos, llamados BRT (Bus Rapid Transit). Las principales características de estos sistemas son: a) velocidades promedio de más de 20 km/h gracias a prioridad en infraestructura con carriles exclusivos y en intersecciones con semáforos, además de un sistema de prepago eficiente que permite un abordaje rápido y elimina la guerra por el pasaje. b) Regulación e incentivos que se traducen en una alta calidad en el servicio (autobuses cómodos y limpios, estaciones seguras, información clara al usuario, etc.). c) Reordenamiento urbano, que mejora sustancialmente el entorno y recupera el espacio público. Ejemplos exitosos de estos sistemas están en Curitiba, Bogotá, Yakarta, Leeds y Ottawa, entre otras ciudades.
- ♦ **Promover e impulsar el uso de transporte no motorizado, como la bicicleta, y caminar.** Aunque en muchos países no se considera que la bicicleta sea una alternativa dentro de los planes de transporte, sus beneficios son muchos y su gran potencial se ha explotado poco. Además de ser un medio de transporte eficiente, barato, no contaminante y beneficioso para la salud, en distancias cortas de hasta cinco kilómetros, por lo general es el medio más rápido de transporte puerta a puerta en zonas urbanas. En ciudades del noroeste de Europa, como las holandesas, más de 30% de los viajes urbanos se hacen en bicicleta, gracias a las condiciones topográficas del país (plano y pequeño), pero también a la creación de una cultura que reconoce estos beneficios por encima de cuestiones como el estatus social. Esto se

complementa con la infraestructura necesaria para que el ciclista se sienta cómodo y seguro al transportarse por este medio, y facilitando la conexión con otros medios de transporte (bicicleta-metro, por ejemplo).

- ♦ **Promover la construcción y el diseño de una ciudad equilibrada entre el modo peatonal y el vehicular.** Este grupo, con el mayor número de accidentes mortales, requiere protección, continuidad y fácil acceso a otros medios de transporte. Los espacios urbanos para caminar en forma agradable se vuelven espacios amables e incluyentes, donde la gente se mueve e interactúa naturalmente. En estos espacios, los eventos culturales, el turismo y el comercio crecen de manera importante, como se ha demostrado en muchos centros históricos peatonales alrededor del mundo.
- ♦ **Utilizar la planeación urbana como herramienta para reducir la necesidad de desplazarse a grandes distancias.** Al comprender la estrecha relación entre el transporte y el uso del suelo, se pueden ordenar las actividades de tal modo que la necesidad de transportarse se reduzca. Para ello se requiere que los planes de urbanización de zonas se hagan simultáneamente a los planes de transporte, buscando evitar el crecimiento disperso hacia las periferias de la ciudad. Medidas como el uso de suelo mixto, la densificación de las áreas consolidadas y la ubicación concienzuda de ciertos servicios cerca de sistemas de transporte colectivo ayudan a minimizar los movimientos. Ligada a este planteamiento está la importancia de la accesibilidad de los ciudadanos para poderse trasladar de un origen a un destino. Accesibilidad sería la facilidad cualitativa, minimizando tiempos y costos, con la que una persona se desplaza a sus diferentes destinos. Lo que se busca es aumentar la accesibilidad más que la movilidad.
- ♦ **Desincentivar y restringir el uso del automóvil, así como su velocidad.** Con la filosofía de los principios del transporte sostenible, la ocupación de las vías debe ser un criterio ambiental y de equidad. A causa del espacio que ocupan los autos y el deterioro ambiental que producen, se busca limitar su uso. Por este motivo la tendencia hacia el futuro es seguir desarrollando los esquemas que buscan incorporar las externalidades en el transporte urbano individual. Tal es el caso del cargo por congestión implementado en el año 2004 en el centro de Londres. Otras medidas pueden ser la restrictiva, tipo “pico y placa”, u otras como impuestos a la gasolina o el pago de estacionamientos muy costosos. Estos esquemas se justifican y funcionan siempre y cuando lo recaudado se emplee transparentemente en proyectos de beneficio general, como aumentar la calidad y cobertura del transporte público, por ejemplo, y que proporcionen alternativas realistas y atractivas para los automovilistas. La velocidad está directamente relacionada con el número y la gravedad de los accidentes de tránsito. El Banco Mundial estima que el costo de los accidentes de tránsito en países en vías de desarrollo representa entre 1 y 2% de su Producto Interno Bruto. Por tal razón se debe diseñar una estrategia para la prevención de accidentes que incluya aspectos como límites de velocidad, estadísticas, dispositivos y señalización tanto para los conductores como para los peatones, capacitación para formar especialistas,

campañas de concientización y educación vial, aplicación de la ley y, en su caso, modificaciones. Aunado a este esfuerzo por desincentivar el uso del automóvil está el establecer estándares más estrictos en la composición de la gasolina y en la tecnología de los vehículos, así como en su constante revisión. Cabe señalar que para que los principios explicados funcionen efectivamente es necesario partir de una visión de la ciudad que se busca y, a partir de ahí, desarrollar una política integral de transporte cuyos principios se concierten y apliquen de manera interdependiente.

En síntesis, existen dos tendencias para abordar y mejorar la operación del sistema. La oferta vial, que trabaja en el mejoramiento de la eficiencia y eficacia de las vías actuales, o suministrando capacidad adicional a la malla vial. Y la demanda vial, que trabaja en el control, reducción, eliminación o cambio en los horarios de movilización, de viajar en la vía, mientras que se suministran otras opciones de movilidad a los usuarios habituales de dichas rutas. Sin embargo, la aplicación real en la práctica de las estrategias de gestión de tráfico se orienta hacia los dos lados de la ecuación de oferta / demanda. Lo importante es que existen dos formas básicas para mejorar el rendimiento del sistema de transporte.

A partir de la experiencia acumulada, en ciudades de comportamientos similares a la nuestra, en el desarrollo de soluciones de problemas generados por una importante demanda de transporte se han identificado aspectos en los que la aplicación de ciertas medidas permite que la oferta disponible favorezca la creciente demanda. Dichos aspectos incluyen desde una modificación en el uso del suelo, hasta la adaptación de cierta carga impositiva de algunas externalidades del transporte.

3.1.1 Mejoras de renovación urbana

3.1.1.1 Transformación de la infraestructura vial de una zona residencial

Es posible encontrar zonas residenciales que experimentan sobrecargas a causa del paso ilimitado de todos los tipos de tráfico. Se pueden aplicar diversas medidas con el fin de disminuir el tráfico, permitiendo el acceso únicamente de los vehículos pertenecientes a la zona. Se reduce la contaminación y la limitación de la velocidad supone un incremento de la seguridad vial.

En tal sentido, es posible impedir el tráfico de paso mediante la instalación de calles de dirección única. Es posible interrumpir la continuación de las calles disminuyendo no sólo las entradas a la zona sino también la velocidad.

Así mismo, se puede reducir la velocidad disminuyendo parcialmente el ancho de las calzadas y reconstruyendo las curvas, los cruces y las bifurcaciones, o instalando “calles residenciales” y zonas de juego. Además, se incorporan caminos peatonales y para bicicletas en los que los automóviles deben circular a velocidad de paso (figura 3.1).

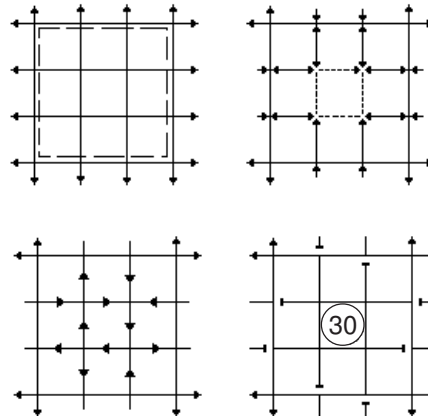


Figura 3.1
Transformación de una red vial residencial.

Fuente:
Planificación y configuración urbana, Dieter Prinz.

3.1.2 Gestión institucional

Las condiciones de crecimiento y desarrollo en una ciudad capital como Bogotá han exigido de sus organizaciones públicas y privadas responsables de la planeación, ejecución y mantenimiento, liderar e implementar acciones orientadas a la optimización del sistema de transporte, las cuales han permitido cubrir parte de las exigencias de la dinámica de la ciudad, en contextos amplios de apertura económica que han influido notoriamente en una mayor tasa de motorización y modernización del parque automotor o tecnología vehicular, sin dejar de lado el cambio positivo en el comportamiento y cultura de los usuarios de un nuevo y revolucionario sistema de transporte.

Definitivamente Transmilenio y las obras complementarias al sistema, como la implantación de un sistema de ciclorrutas (más de 300 kilómetros de longitud) y diversas gestiones de tráfico como “pico y placa”, han contribuido para el establecimiento de nuevos regímenes y patrones de tráfico en la ciudad.

Así mismo, las últimas administraciones han visto con gran importancia la aplicación de programas de tipo educativo dirigidos tanto a conductores como a usuarios y peatones en el sentido del uso debido y la aplicación de las normas que en materia de tránsito han emitido las autoridades. Las diversas acciones han facilitado cambios de hábitos y comportamientos de los usuarios del sistema, que a su vez se ven reflejados en cambios en los patrones y parámetros del tránsito en la ciudad de Bogotá.

Igualmente, se ha desarrollado un programa de expansión y mantenimiento del sistema integral de control de tránsito y se avanza en la formulación e implementación del Plan Maestro de Movilidad, con visión regional, establecido por el Plan de Ordenamiento Territorial (POT).

Una medida de gestión institucional consiste en la implantación de estrategias para

mejorar el rendimiento del tránsito vehicular, en especial cuando el número de vehículos que pretenden usar una porción de una vía específica a una hora particular excede la capacidad de la vía, como a continuación se presenta.

3.1.2.1 Renovación urbana

A partir de la puesta en marcha de acciones que buscan el desarrollo de la ciudad, tal como ocurre con el Plan de Ordenamiento Territorial, se han venido implantando mejoras de tipo urbano en las que se incluye desde luego el sistema de transporte, permitiendo adecuarlo a las exigencias de transporte que demanda la ciudad. Efectivamente la adecuación del sistema masivo de transporte, el programa de ampliación del espacio público, el plan maestro de ciclorrutas y el plan maestro de estacionamientos, entre otros, desarrollan actividades de renovación urbana.

3.1.3 Uso del suelo

Los diversos usos del suelo que puede tener un área urbana afectarán indudablemente la generación y atracción de viajes a la misma. Para alcanzar los lugares donde se realizan las diferentes actividades, las personas deben realizar largos viajes a través de vías altamente congestionadas, en malas condiciones, y los usuarios de transporte público muchas veces deben soportar hacinamiento e incomodidad. Finalmente, todo esto se traduce en un deterioro de la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

Al generar centros comunales que alberguen lugares de trabajo, estudio y centros de servicio, se acercarán estas actividades a los centros residenciales, acortando los tiempos de viaje y disminuyendo la demanda de viajes a áreas congestionadas en períodos pico. Cabe aclarar que esta medida debe ir acompañada de un manejo coherente del plan regulador comunal y regional.

3.1.4 Diferenciación de horarios

Dado el carácter temporal de los viajes, la congestión se observa en determinados períodos, principalmente en la hora de entrada y salida de las actividades, como el trabajo y los colegios. Al diferir los horarios de entrada y salida de éstos, es posible distribuir los flujos que usan las vías, disminuyendo así la congestión. Obviamente, esta medida la deben tomarla en forma conjunta la mayoría de las personas que conviven en una zona, de manera que se obtenga el objetivo deseado de acuerdo con los resultados que arrojen los estudios.

3.1.5 Tarifas viales

Cuando el ingreso de nuevos usuarios a una vía supera su capacidad, se produce la congestión. Desde un punto de vista económico, la congestión es el medio por el cual se raciona cuantitativamente el exceso de demanda por espacio para circular por ciertas vías a determinadas horas. El problema de la congestión surge cuando los vehículos que circulan por las vías no internalizan los costos externos que causan y, por tanto, el nivel de congestión resultante es superior al nivel socialmente óptimo. A pesar de que cada conductor incorpore en sus decisiones el costo externo que causa, cuando se hace el número eficiente de viajes sigue habiendo congestión; en otras palabras, lo ideal es lograr un nivel de congestión de cero.

El objetivo no debe ser eliminar la congestión en las horas de máxima demanda ni minimizar los tiempos de viaje, sino lograr que los conductores incorporen dentro de sus decisiones la totalidad de los costos que ocasionan. Por este motivo, las políticas que se implementen deben, en primer lugar, impactar de manera directa y exclusiva el tráfico que causa la congestión, obligando a quienes utilizan las vías con esta condición a incorporar los costos externos que ocasionan a los demás usuarios de las vías.

La implementación de un sistema de tarifas por utilización y ocupación vial no sólo tiene consecuencias en el plano económico sino también en el ámbito distributivo, toda vez que los usuarios no son homogéneos, ya que valoran de manera distinta el tiempo de viaje. Cuando se impone una tarifa a una vía existente, se distinguen tres tipos de usuarios:

- ♦ El primer grupo son aquellos usuarios que debido al alza en el costo de utilizar una vía se desplazan a otras, modifican sus horas de viaje y se cambian a un medio de transporte.
- ♦ Un segundo grupo está conformado por los conductores que siguen transitando por la vía pero ven reducido su bienestar, ya que perciben que el beneficio asociado a la menor congestión es menor que el costo pagado por circular.
- ♦ El tercer grupo son los usuarios que utilizan la vía y se ven beneficiados por cuanto consideran que el ahorro en el tiempo de viaje supera el incremento en el costo.

Para implementar un sistema de tarifas por utilización vial es importante que los usuarios tomen conciencia del esfuerzo realizado por mejorar las condiciones del transporte urbano. Los efectos de los distintos planes en ejecución permitirán atenuar la velocidad de deterioro de las características operativas del sistema de transporte urbano.

A pesar de los problemas de aceptación social comunes en todos los países, cada vez son más las ciudades en el mundo que han comenzado a cobrar la utilización de la infraestructura vial. Los casos más consolidados de tarifas por uso vial por congestión son los de Singapur y Londres. Sin embargo muchos otros países, entre ellos Canadá, Estados Unidos, Francia, Italia, Noruega y Australia, están aplicando esquemas de cargo a los usua-

rios por la utilización vial para enfrentar el problema de financiamiento y deterioro de las vías urbanas, así como las externalidades causadas por la congestión. Para los próximos años, la Unión Europea se ha propuesto incorporar el establecimiento de tarifas por utilización u ocupación vial urbana como un cargo a los usuarios dentro de sus políticas de transporte.

3.1.6 Restricción vehicular (“pico y placa”)

El 29 de octubre de 2000, después de una larga y cuidadosa preparación, se organizó una consulta popular con el fin de obtener el respaldo ciudadano y un contexto legal adecuado para la extensión de la restricción a la movilización de los automóviles privados en hora pico, conocida como “pico y placa”, al igual que institucionalizar la celebración del “Día sin carro” anualmente.

La idea era implementar una restricción de circulación con el fin de cubrir la totalidad de las horas pico en la ciudad (seis horas) para 1º de enero de 2015. Si la gente votaba favorablemente por esta medida, la circulación de los carros particulares se restringiría de 6:30 a 9:30 a.m. y de 4:30 a 7:30 p.m., de lunes a viernes. Esta propuesta implicaba el desarrollo paralelo de un sistema de transporte masivo de gran alcance, para permitir a los bogotanos disfrutar de un medio ambiente más limpio, al igual que una ciudad más tranquila, segura e igualitaria.

Mediante el Decreto 007 de 2002, la administración distrital restringió la circulación de los vehículos particulares durante los días hábiles en un horario de 7:00 a 9:00 de la mañana y de 5:00 de la tarde a 7:00 de la noche.

Adicionalmente, mediante el Decreto 660 de 2001, la administración pretendió mitigar los impactos negativos que el alto flujo vehicular estaba causando sobre la movilidad de la ciudad y, por ende, en su competitividad. Por esta

razón decidió congelar el parque automotor de transporte público colectivo e individual, restringir en ciertos horarios la circulación de vehículos particulares y pesados, así como modificar los sentidos viales. En lo referente al transporte público, también hay una restricción en la circulación con el objetivo principal de ayudar a contrarrestar la sobreoferta (colectivo e individual), buscar una mejora en la rentabilidad de los operadores y disminuir el número de vehículos en las vías principales, lo que a su vez aumenta la movilidad de todos los usuarios de estas vías. La restricción establecida rige en el horario comprendido entre las 5:30 de la mañana y las 9:00 de la noche, de lunes a sábado.

Posteriormente, con el Decreto 051 de 2004, la administración distrital autorizó a buses, busetas y colectivos a salir a las vías para realizar reparaciones a los vehículos de 10:00 a.m. a 4:00 p.m. los días que tienen restricción por placas.

3.1.6.1 Normas y excepciones

De acuerdo con la sentencia T-117 de 2003, la Corte Constitucional ordenó a la Alcaldía Mayor de Bogotá y a la Secretaría de Tránsito y Transporte autorizar la circulación en el horario de restricción de los vehículos particulares utilizados para el transporte de personas discapacitadas. De conformidad con lo anterior, el Decreto 057 del 10 de marzo de 2003, exceptúa de la restricción (para vehículos particulares) a los vehículos que transportan personas discapacitadas, siempre y cuando la persona discapacitada se encuentre dentro del vehículo.

Otros vehículos que tienen excepción son:

- ♦ Los que conforman la caravana presidencial.
- ♦ Los asignados al cuerpo diplomático.
- ♦ Las carrozas fúnebres.

- ♦ Los pertenecientes a las fuerzas militares y de policía nacional.
- ♦ Las ambulancias, los vehículos pertenecientes al cuerpo de bomberos y cualquier otro dedicado exclusiva y públicamente a la atención de emergencias.
- ♦ Los vehículos operativos de las empresas de servicios públicos domiciliarios que tengan el logo pintado en la carrocería.
- ♦ Los destinados al control del tráfico y las grúas autorizadas o propias.
- ♦ Los de la Secretaría de Tránsito y Transporte de Bogotá, plenamente identificados como tales.
- ♦ Las motocicletas.
- ♦ Los vehículos con blindaje igual o superior al nivel tres (3).
- ♦ Los destinados a la prestación de servicios de escolta, debidamente identificados como tales y durante la prestación del servicio.

3.1.6.2 Rotación

Una vez implementado y en funcionamiento el programa, se empezaron a presentar congestiones en días y horarios específicos.

En el período de enero de 2000 a mayo de 2003, se matricularon más de veinte mil vehículos con placas terminadas en 1 o 2 (números que no tenían restricción los viernes); en el mismo período se matricularon cerca de 6.500 automóviles con placas terminadas en 9 ó 0.

Otra de las razones que se consideraron en su momento para implementar esta medida fue el aumento de accidentes de tránsito los viernes. Aunque para el 2002 la accidentalidad disminuyó en 6,16% frente al año 2001, el viernes en el horario de restricción de la mañana (6:30 a 9:00 a.m.) subió de 1.074 a 1.099 casos y sigue siendo el día que más alta accidentalidad registra en este horario.

De esta manera, con la expedición del Decreto 212 de 2003, la administración distrital decidió rotar la restricción de “pico y placa” para vehículos particulares, es decir, que cada año el día de restricción pasa al siguiente y así sucesivamente.

3.1.6.3 Ampliación de la restricción

El martes 15 de junio de 2004 entró en vigencia el Decreto 180 del 11 de junio de 2004, mediante el cual se decidió ampliar en dos horas la medida del “pico y placa” para los vehículos particulares en Bogotá. En una primera etapa de divulgación, información y pedagogía, no se impusieron sanciones económicas para los infractores, ya que en esta etapa inicial se buscan el entendimiento y la apropiación de la medida por parte de los ciudadanos. Una vez superada esta etapa de quince días, la medida de “pico y placa” entró en pleno rigor el jueves 1º de julio de 2004, lo que implica la sanción pertinente a los infractores.

El argumento más fuerte para la toma de la decisión fue la real dificultad de movilidad que presentó la ciudad después de iniciadas las obras de adecuación al sistema Transmilenio de la avenida NQS y la avenida Suba. El Distrito esperó con esta medida:

- ♦ Disminuir los picos horarios que se generaron en el período anterior al inicio de la medida.
- ♦ Desestimular el uso del transporte particular para los días que le correspondía restricción.
- ♦ Reducir el volumen vehicular y mejorar la movilidad en la ciudad, especialmente en aquellas vías que estaban recibiendo los flujos trasladados por las vías de obra.
- ♦ Lograr la disminución esperada en el volumen vehicular –de aproximadamente 10%– en los períodos diferentes del horario de restricción actual.

- ♦ Disminuir los riesgos de accidentalidad en los períodos anteriores al inicio de la medida de restricción vehicular.

Según la Secretaría de Tránsito, como medida complementaria a la ampliación del “pico y placa” se incrementarían los operativos al transporte público colectivo e individual, para que presten el servicio en el marco de la calidad, esto es, que brinden seguridad a los pasajeros, cuiden su integridad física y tengan respeto por la vida.

El decreto de modificación al horario de “pico y placa” no contempló ningún cambio para transporte público colectivo e individual.

La restricción a la circulación de vehículos se hizo necesaria, entre otros aspectos, porque la oferta de capacidad vial, de por sí deficiente, se restringió aún más como resultado de los programas efectuados por la administración para recuperar la malla vial deteriorada y la iniciación de grandes obras, como las que significaron la adecuación de calzadas para el proyecto Transmilenio.

3.1.7 “Día sin carro”

El referendo de octubre de 2000 también consultó a los bogotanos sobre la realización anual del “Día sin carro” en la ciudad. Este experimento fue exitoso a pesar de que se presentaron congestiones en algunas avenidas, causadas por el exceso de tránsito otorgado a las bicicletas.

Este día se realiza con el fin de motivar la utilización de medios de transporte alternativos para el desplazamiento de los ciudadanos. Entre ellos se encuentran:

- ♦ Estimular el uso de Transmilenio
- ♦ Caminar
- ♦ Utilizar bicicleta, patines o patineta
- ♦ Movilizarse en motocicleta
- ♦ Transportarse en el tren de la Sabana

Esta jornada busca favorecer una mejor educación ambientalista y sanitaria de la población. Según cifras de la Oficina de Transporte de la Unión Europea, las personas que se desplazan habitualmente en vehículo por la ciudad no superan el 20% del total de usuarios de las calles, pero acaparan el 62% del espacio y son responsables del 97% de la contaminación atmosférica, en promedio.

El 70% de la contaminación la causan los automóviles, utilizados por catorce de cada cien ciudadanos; por esta razón el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente realiza monitoreos de aire, fuentes móviles y ruido. Específicamente se toman registros de la disminución de los niveles de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y material particulado en el sur, norte y centro de la ciudad.

Una encuesta realizada en 2002 por la Alcaldía Mayor de Bogotá concluyó que para el 38% de los consultados el tiempo de desplazamiento disminuyó durante el “Día sin carro”, el 77% está a favor de esta jornada, el 43% quiere que se haga tres veces al año, el 18% pide que sean dos y tan sólo el 5% quiere que no se haga más.

Para resolver el problema de la congestión, la administración distrital está desarrollando acciones desde diferentes campos complementarios. El primero tiene por objeto mejorar la capacidad disponible a través de medidas tales como establecer una malla vial secundaria que permita que tráficos de corta y mediana distancia puedan circular sin usar en lo posible la malla arterial, en especial sin sobrecargar las intersecciones más afectadas.

La segunda medida está encaminada a mejorar la gestión de tráfico de la ciudad, para lo cual se viene efectuando un proceso de fortalecimiento de la Secretaría de Tránsito y Transporte de Bogotá. Por otra parte, como ya se ha señalado, se hacen grandes esfuerzos para

mejorar la prestación del servicio del transporte a través de Transmilenio y el programa de reestructuración del Transporte Público Colectivo.

De esta manera, según el Decreto 1098 del 26 de diciembre de 2000, el tercer jueves de febrero de cada año sólo podrán circular vehículos de servicio público que no tengan restricción, el transporte de estudiantes debidamente identificado, los autos de las fuerzas militares y policiales, ambulancias, los automotores con blindaje superior a tres niveles y los vehículos de trabajo con logo o símbolo pintado en la carrocería.

En la fotografía 3.1 se observa cómo la ocupación de las vías y el flujo vehicular disminuyen sensiblemente en ciertas zonas de la ciudad. En la primera imagen se muestra un tramo de la autopista Norte donde la mayoría de vehículos circulantes son taxis. En la segunda imagen se observa que la avenida Suba se adecuó para la circulación de bicicletas debido a la falta de una infraestructura adecuada para estos vehículos.

La liberación de la infraestructura vial por parte de los vehículos particulares a favor del transporte público benefició principalmente a los taxis, que dispusieron de la totalidad de las calzadas rápidas en algunas vías de la ciudad.

En la fotografía 3.2 se observa la alta ocupación de la ciclorruta, así como sus servicios

complementarios, en este caso un cicloparqueadero en la Universidad Javeriana.

Es notable el incremento de los viajes en bicicletas, hecho que se puede interpretar, para el “Día sin carro”, como una tendencia efectiva de sustitución de automóviles privados por bicicletas. Este aumento en el número total de bicicletas hace pensar en una aceptación favorable a las políticas de movilización planteadas por la administración.

El “Día sin carro” se constituye en un esfuerzo por demostrar a los propietarios de vehículos particulares que pueden atender sus obligaciones regulares sin utilizar el automóvil, haciendo uso del transporte colectivo o el transporte individual que demanda menor espacio de parqueo como el taxi o la bicicleta.

Según estudios realizados a lo largo de los años, en el “Día sin carro” se registraron incrementos de velocidades de circulación de los medios públicos de transporte, reportando ventajas notables para sus usuarios. La disminución en el tiempo de desplazamiento obviamente tiene efectos benéficos sobre la productividad.

En cuanto a los efectos de la medida sobre la utilización modal, se ha encontrado un desplazamiento de la demanda de vehículos privados hacia otros tipos de transporte, en especial hacia el taxi y la bicicleta. Obviamente también se presenta un incremento en la utilización de los medios colectivos de transporte.



Fotografía 3.1
Circulación vial en el “Día sin carro”.

Fuente:
www.bicibogota.com.

Fotografía 3.2
Ciclorrutas y cicloparqueaderos en el "Día sin carro".



Fuente:
www.bici bogota.com.

En las figuras 3.2, se puede apreciar la evolución de los choques simples y comparendos registrados desde que se aplicó la medida. Se observa que en lo referente a choques simples el número de ocurrencia tiende a estabilizarse entre 20 y 30 casos de este tipo, aproximadamente; sin embargo, el registro de comparendos no parece presentar tendencia alguna y muestra que la desobediencia para el año 2005 fue mucho mayor respecto al año inmediatamente anterior.

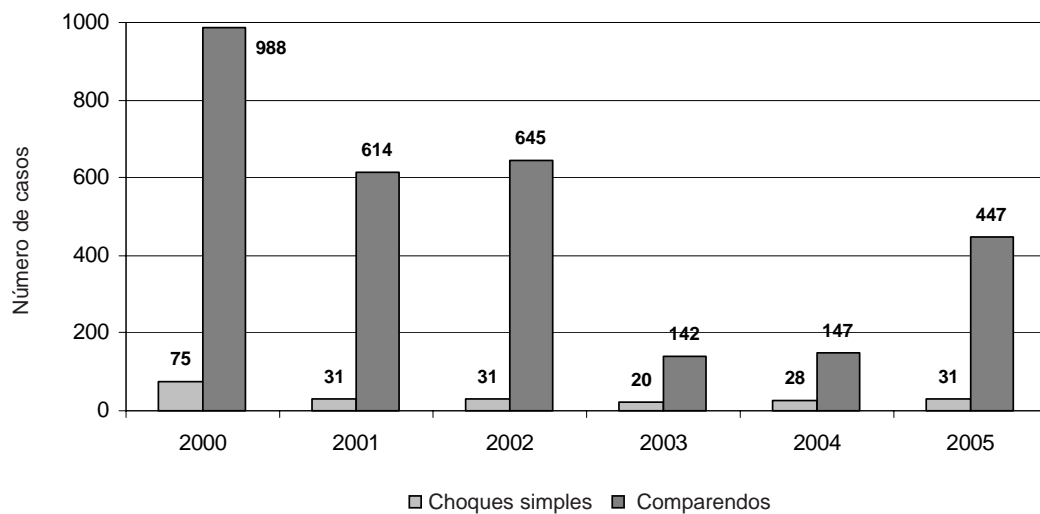
En la figura 3.3, se muestra que el número de muertos involucrados en accidentes de tránsito en este día tiende a ser cero, pero esto no quiere decir que se deban descuidar las me-

didias preventivas y de seguridad. Puede observarse también una pequeña tendencia a la disminución de heridos, pero es necesario hacer mayores esfuerzos para reducir aún más el número de estos casos.

Mantener durante el "Día sin carro" la medida de pico y placa para los vehículos de servicio público ha demostrado ser adecuado, dado que los niveles de sobreoferta han sido similares a los de un día normal.

La baja que generalmente se presenta en la actividad comercial y de distribución puede manejarse en el futuro con un mejor uso de la oferta de taxis, tal como lo han hecho desde el año 2002 varios mercados de cadena.

Figura 3.2
Evolución de choques simples y comparendos, en el "Día sin carro".



Fuente:
Secretaría de Tránsito y Transporte (STT).

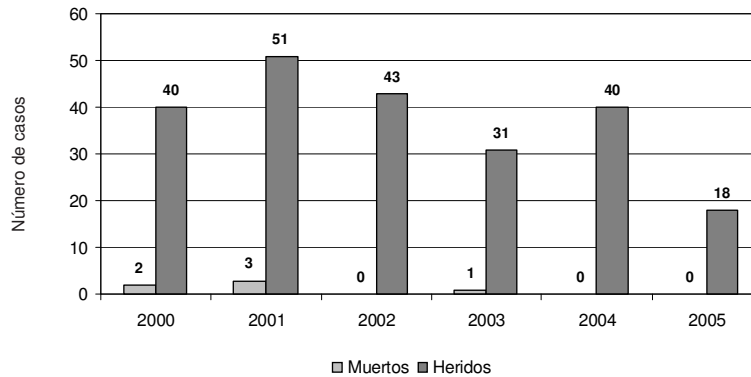


Figura 3.3
Evolución de la
accidentalidad, en
el "Día sin carro".

Fuente:
Secretaría de Tránsito y
Transporte (STT).

3.2 MEDIDAS EN TRÁNSITO

3.2.1 Modificación a la infraestructura

Con el transcurso del tiempo la infraestructura de la ciudad se ha venido modificando, bien en razón del ajuste de su capacidad en favor de la demanda del tránsito, bien para continuar con otra etapa del desarrollo planeado, o simplemente para darle paso a un sistema que requiere ciertas modificaciones, tal como es el caso de la implementación del sistema de transporte masivo. A continuación se presentan algunas de las medidas que tienen que ver con la modificación a la infraestructura y cuyo objetivo es mejorar las condiciones del tránsito, bien sea en tramos o intersecciones.

3.2.1.1 Prohibición de giros y construcción de carriles exclusivos para giro

Prohibir determinados giros en una intersección permite reducir el congestionamiento, los accidentes y los conflictos entre los peatones y vehículos que giran, y entre éstos y los vehículos que circulan en sentido contrario. Una buena alternativa para las restric-

ciones de giros la constituye la asignación de un carril exclusivo para almacenaje de aquellos vehículos que giran principalmente a la izquierda.

Los conflictos entre los peatones y los vehículos que giran y entre éstos y los demás vehículos que circulan en sentido contrario pueden causar problemas de seguridad en las intersecciones y en los puntos de acceso a vías principales y demoras por congestionamiento. Prohibir los giros es un medio para eliminar tales conflictos y reducir el congestionamiento y los accidentes.

No siempre es necesario prohibir los movimientos de giro para poder aliviar el problema del congestionamiento o los accidentes resultantes de conflictos producidos por éstos. Se pueden prohibir solamente durante las horas en que los resultados de estudios necesarios indiquen que existe un problema de congestionamiento o accidentes, siempre y cuando esté disponible una ruta alterna conveniente. Cuando se utilizan restricciones de medio tiempo, las señales que deben usarse para notificar a los conductores de las restricciones presentes deben diseñarse y colocarse de manera que sean claramente visibles durante el tiempo de la restricción al arribo de los conductores.

En intersecciones controladas por semáforos, los giros pueden restringirse a ciertas fases en la operación, usando semáforos separados y una apropiada señalización. Este tipo de restricción es efectivo cuando existe un carril exclusivo para los vehículos que giran, como por ejemplo el de la NQS (Norte Quito Sur) por avenida 1° de mayo. Un buen diseño de fases de semáforo puede eliminar el conflicto entre los peatones y los vehículos que giran y entre éstos y el tránsito opuesto.

La prohibición de movimientos de giro en las vías entre intersecciones puede implementarse mediante la construcción de un separador divisorio.

Una buena alternativa para las restricciones de giros es la asignación de un carril exclusivo para almacenaje de vehículos que giran a la izquierda. Esta técnica de control del tránsito puede convertirse en un carril continuo de giro izquierdo en ambos sentidos. Tales carriles pueden indicarse por medio de marcas en el pavimento en un solo sentido en los accesos a las intersecciones, donde los vehículos de giro izquierdo pueden crear problemas de accidentes o congestiones. Esto podrá originar la prohibición de estacionamiento, lo que conduce a un estudio de oferta y demanda de éste en la vía pública. Las ventajas de tener un carril de giro deben compararse con el impacto por restricciones de estacionamiento para establecer la acción que se debe tomar.

Se requiere poco esfuerzo de planeación para identificar lugares donde se puede aplicar esta acción en las arterias; usando los estándares de diseño apropiados, se pueden implementar el diseño y los procedimientos de construcción. En los estudios sobre la prohibición de giros deben considerarse la cantidad de congestiónamiento y demora causados por los vehículos que giran, el número de colisiones donde participan vehículos haciendo giros, la disponibilidad de rutas alternas convenientes

si se restringen los giros, el posible impacto de la desviación del tránsito sobre el congestionamiento y accidentes en las intersecciones que podrían necesitarse para acomodar el tránsito desviado por la restricción de los giros, los posibles impactos del medio ambiente adversos causados por el tránsito reubicado y la viabilidad de soluciones alternativas, tales como la provisión de carriles de almacenamiento exclusivos para los movimientos de giro y el uso de fases exclusivas de movimiento de giro en las intersecciones semaforizadas.

En este sentido, la eliminación de los giros a la izquierda de una intersección provocan beneficios de ahorros de tiempos de viaje cuando la intersección semaforizada se maneja con dos fases, permitiendo incluso que los peatones aprovechen las fases vehiculares para un paso más cómodo y seguro en la intersección. Con este esquema de funcionamiento, los usuarios generan diversas alternativas de circulación para mitigar el impacto de la prohibición de los giros a la izquierda, tal como se muestra en la figura 3.4, donde se supone que la intersección en cuestión tiene un flujo peatonal importante.

De acuerdo con las condiciones del tránsito, tanto en proyectos nuevos como en infraestructura instalada, resulta de gran importancia encauzar los movimientos en los accesos a giros tanto izquierdos como derechos en carriles exclusivos, de tal manera que se reduzca la velocidad y permanezca fuera del alcance del flujo de tránsito directo.

3.2.1.2 Carriles de cambios de velocidad

Antes de entrar en una vía de giro o ramal, normalmente los vehículos tienen que disminuir la velocidad o frenar, así como acelerar al salir del ramal, ya que su velocidad es inferior a la del flujo de la vía principal.

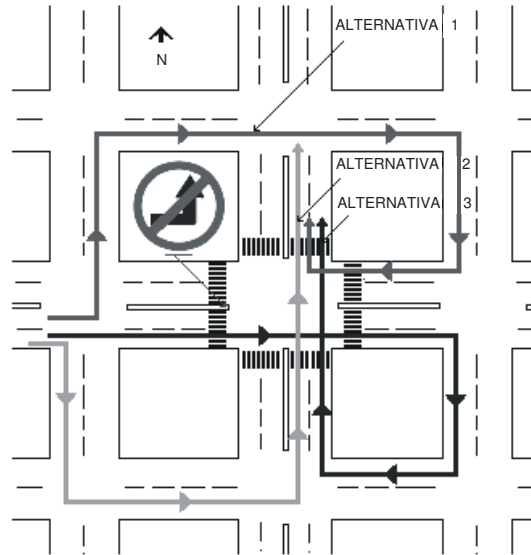


Figura 3.4
Ejemplo de alternativas de circulación.

Fuente:
Elaboración propia.

Estos carriles se utilizan cuando las velocidades y los volúmenes de tránsito que circulan por la vía son altos, por lo que se necesita que las salidas o entradas a ésta de otros vehículos no perturben el flujo normal con reducciones bruscas o paradas, lo cual puede ocasionar accidentes. Los carriles de cambio de velocidad son necesarios en carreteras principales de una o dos calzadas, o en otras vías que tengan movimientos de giro superiores a 25 vehículos por hora.

Los carriles de cambio de velocidad pueden tomar diferentes formas, dependiendo del alineamiento de la vía, la frecuencia de las intersecciones y las distancias requeridas para efectuar el cambio de velocidad. Las formas más usadas en los carriles de cambio de velocidad son (figura 3.5):

- Tipo paralelo: es un carril que se añade a la vía principal, con una zona de transición o cuña, de anchura variable en su extremidad.

- Tipo direccional: está constituido por un carril recto, que forma en el borde de la calzada principal un ángulo muy pequeño (2° a 5°) y enlaza con la vía de giro o ramal.

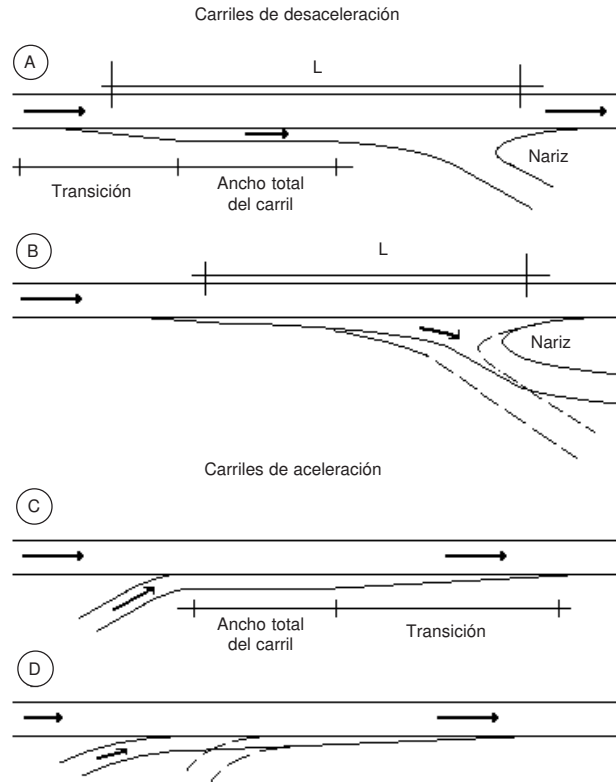
Teniendo en cuenta lo anterior, los carriles pueden ser de desaceleración o de aceleración.

Carriles de desaceleración

Tienen por objeto permitir que los vehículos que vayan a ingresar en la vía de giro o ramal puedan reducir su velocidad hasta alcanzar la de ésta. Su utilización es necesaria cuando mayor sea la diferencia de velocidad entre la vía principal y la vía secundaria. Si los vehículos deben detenerse para efectuar un giro a la izquierda y su volumen es considerable, puede ser necesario colocar una longitud adicional para almacenamiento de vehículos, calculada a partir de la secuencia de llegada.

Figura 3.5
Formas de
carriles de
cambio de
velocidad.

Fuente:
Secretaría de
Comunicaciones y
Transporte de
México, Manual de
Proyecto
Geométrico de
Carreteras, México.



En la figura 3.5 A se muestra un carril de desaceleración, con una zona de transición cuyo objeto es realizar un movimiento cómodo. Este tipo tiene el inconveniente de que obliga a los conductores a realizar una maniobra inversa, pero es adecuado cuando se presentan volúmenes de tránsito alto. La mayoría de los conductores prefieren usar una trayectoria directa (figura 3.5 B) en vez de una inversa. La trayectoria directa es ventajosa cuando se presenta un movimiento de giro importante.

Cuando los carriles de desaceleración se inician dentro de una sección en curva (figura 3.6), debe definirse claramente el inicio del carril para no confundir al conductor. Cuando la curva es izquierda y el giro es a la derecha, el

carril debe ser lo suficientemente largo para que permita desarrollar en forma adecuada la transición del peralte y evitar quiebres peligrosos en la orilla de la calzada. Cuando la longitud sea considerable o el peralte de la calle sea mayor al 5%, es aconsejable diseñar el carril de desaceleración tipo paralelo (figura 3.6 B).

Cuando la curva de la vía principal es derecha y la salida es en el mismo sentido, se aconseja diseñar el carril tipo paralelo como se indica en la figura 3.6 C. El peralte del carril de desaceleración será igual a la curva de la vía principal y la nariz que separa los carriles deberá quedar fuera del borde de la calzada, preferiblemente con una distancia igual a la berma, o con la dimensión del andén.

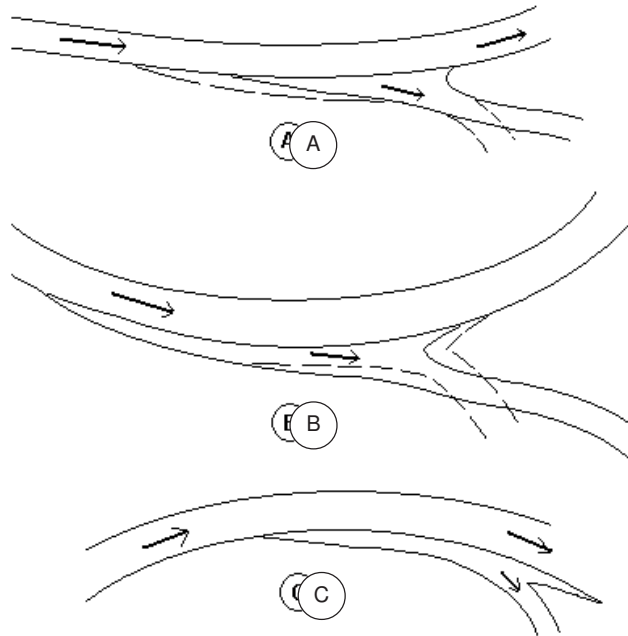


Figura 3.6
Carriles de desaceleración en curva.

Fuente:
Secretaría de Comunicaciones y Transporte de México, Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, México

3.2.1.3 Ampliación de la sección en puntos estratégicos de la red vial y en accesos a intersecciones

Aumentar la sección transversal repercute de inmediato en incrementos en la velocidad de viaje y, consecuentemente, en la capacidad de la infraestructura. Ampliar una sección transversal en puntos específicos clave (intersecciones, rampas de acceso o salida, entre otras) puede aliviar de manera significativa el congestionamiento y eliminar los cuellos de botella en las vías principales.

La ampliación de la sección transversal puede ocurrir usualmente de dos formas: aumentando el ancho de los carriles existentes o agregando nuevos carriles. El ancho de los carriles mejora la percepción de los conductores y, con ello, su conducta. Cuando se agregan nuevos carriles, aumenta la velocidad

de viaje y, por tanto, la capacidad de llevar vehículos en la infraestructura.

La influencia del ancho de carriles es mínima en las horas de máxima demanda. El costo asociado a la ampliación varía de acuerdo con la cantidad de terreno necesario, el alcance o extensión y algunas otras mejoras, tales como el control semafórico.

Generalmente la ampliación de la sección transversal se considera un proyecto de reconstrucción y, como tal, debe planearse cuidadosamente para minimizar interrupciones. El ampliar la sección transversal de una calle da también la oportunidad de corregir las deficiencias de las vías existentes, como un pobre diseño geométrico o un inadecuado control de accesos.

Esta medida se encamina a elevar la capacidad de aproximaciones a intersecciones

que presentan un alto grado de saturación, donde ocurren sistemáticamente congestiones y reducción en la velocidad. El ancho de los carriles no deberá ser inferior a 3,00 m y su extensión deberá posibilitar el almacenamiento del número de vehículos que pueda sobrepasar la intersección en una sola fase (figura 3.7), mediante la siguiente relación:

$$d = 2,5 G \quad 3.1$$

Donde:

d = extensión longitudinal de la medida (en m).
 G = mayor tiempo de verde del acceso entre varios planes de señales (en seg), programados en el semáforo.

3.2.1.4 Mejoras en pavimentos y drenajes

Además de las mejoras geométricas en intersecciones o tramos, se considerará importante la implementación de brigadas de recuperación de la carpeta asfáltica, particularmente en los accesos a las intersecciones.

El efecto que ocasiona un estado irregular de la carpeta asfáltica en el despeje de un

acceso es muy influyente, pues afecta directamente la tasa de descarga de la cola del acceso, no existiendo posibilidades desde el punto de vista de la programación del equipo para el mejoramiento de dicha tasa. En este escenario, únicamente el debido mantenimiento correctivo en el pavimento (parcheo) o en el drenaje (colocación, ampliación de la capacidad, mantenimiento) y la iluminación, sin duda alguna, permitirán mejorar las condiciones de movilidad y los niveles de servicio que puede llegar a ofrecer la vía en buen estado.

3.2.2 Modificaciones operativas

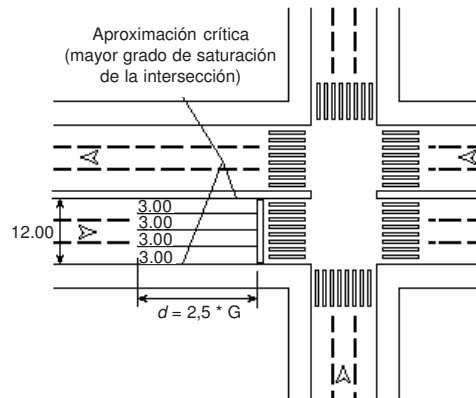
3.2.2.1 Modificación del sistema de control de tránsito en intersecciones

Los dispositivos para el control del tránsito en las intersecciones se utilizan para mejorar el flujo vehicular y para lograr un cruce seguro de peatones y vehículos. Estos dispositivos incluyen las señales de pare, las señales de ceda el paso, los semáforos, los carriles para giros, las isletas, las canalizaciones y el diseño de mejoras geométricas, entre otros.

Los dispositivos de señalización vertical se deben mejorar desde el punto de vista de la seguridad vial. Cambiar los deteriorados por el paso del tiempo o por el estado posterior a colisiones, mediante señalización nueva e incluso con aditamentos reflectivos que producen en la noche mayor notoriedad y atención por parte de los usuarios.

Una de las medidas más comunes en esquemas de carácter operativo lo constituye el cambio del sistema de control de una intersección; se deberá evaluar si el control actual (pare, ceda el paso, semáforos) en las intersecciones y glorietas es el adecuado para las características del tránsito predominante.

Figura 3.7
Ejemplo de un mejoramiento en la utilización de los carriles de un acceso.



Fuente:
Fontur, Venezuela.

El mejoramiento del sistema de control de una intersección semaforizada se puede dirigir según los recursos tecnológicos; un equipo controlado a partir de tiempos fijos se puede mejorar con uno actuado por el tráfico o semiactuado. En este sentido, se pueden instalar botones para el control de peatones, detectores en vía o por medio de rayos de luz para distribuir los tiempos de los accesos, priorizándolos según su demanda.

El mejoramiento de una red semaforizada se fundamenta en el control centralizado. Una estación central o centro de control para el manejo de una red permite sincronizar los planes y coordinar corredores viales según el comportamiento de las corrientes de tráfico, lográndose optimizar el sistema mediante monitoreo del mismo. Dicha optimización se refleja en la disminución de los tiempos de viaje, número de paradas y demoras y, en consecuencia, se reduce el consumo de combustible y la emisión de gases. La mejora tecnológica adecuada, incluso, tarjetas electrónicas en los equipos de control que junto con dispositivos instalados en vehículos de importancia (ambulancias, carros de bomberos o patrullas) priorizan el paso por las intersecciones en situaciones de emergencia.

3.2.2.2 Mejoras en intersecciones

Los costos asociados con el planeamiento y la implementación de esta técnica son modestos, dependiendo de la complejidad y del número que se instala. Los beneficios son sustanciales, debido a la separación del tránsito y el aumento de la seguridad en la operación. No existen datos confiables disponibles para definir los costos y los beneficios, ya que hay un amplio rango de circunstancias propias de esta acción.

El Institute of Transportation Engineers (ITE) ha establecido once principios para el diseño y mejoramiento de las intersecciones en

las arterias a nivel, que debieran incorporarse en cuanto sea posible. Éstos son:

1. Reducir el número de puntos conflictivos en los movimientos vehiculares.
2. Controlar la velocidad relativa de los vehículos, tanto de los que entran como de los que salen de la intersección.
3. Coordinar el tipo de dispositivos para el control de tránsito que se va a utilizar (como las señales de pare o los semáforos) con el volumen de tránsito que utiliza la intersección.
4. Seleccionar el tipo apropiado de intersección, de acuerdo con el volumen de tránsito servido. Los volúmenes bajos se pueden servir sin necesidad de control, mientras que los niveles altos requerirán tratamientos más caros y sofisticados, como los carriles exclusivos de giros o la separación de niveles mediante estructuras.
5. Separar los carriles exclusivos de giros izquierdos o derechos, cuando los volúmenes de tránsito sean altos.
6. Evitar maniobras múltiples y compuestas de convergencia y divergencia. Las convergencias y divergencias múltiples requieren decisiones complejas por parte de los conductores, además que crean conflictos adicionales.
7. Separar puntos de conflicto adicionales. Los peligros y demoras en las intersecciones se incrementan cuando las áreas de maniobra de la intersección están demasiado cerca o cuando éstas se traslapan. Dichos conflictos deben separarse para proporcionar a los conductores suficiente tiempo (y distancia) entre maniobras sucesivas para adaptarse a la situación del tránsito dada.
8. Favorecer los flujos más fuertes o más rápidos, dándoles preferencia en el diseño de la intersección para minimizar peligros y demoras.

9. Reducir el área de conflicto. Un área excesiva, que forma una intersección, confunde a los conductores y provoca operaciones ineficientes. Cuando las intersecciones tienen excesivas áreas de conflicto, debe emplearse una canalización adecuada.
10. Separar los flujos no homogéneos. Deben proporcionarse carriles separados en las intersecciones donde existen volúmenes de tránsito considerables, que viajan a velocidades diferentes.
11. Considerar las necesidades de los peatones y las bicicletas. Deberán proporcionarse isletas de refugio cuando los peatones tengan que cruzar calles amplias, ya que de lo contrario deberían hacerlo en un solo trayecto.

3.2.2.3 Cambios de calles de doble sentido a un solo sentido de circulación

En los casos en que existe infraestructura suficiente, este tipo de medidas tienden a ser muy efectivas, ya que la circulación en dos sentidos genera grandes conflictos vehiculares que inciden de manera directa en el congestionamiento, en la accidentalidad vehicular y en la seguridad de los peatones, quienes generalmente quedan atrapados en las corrientes de tránsito.

Aunque la mayor parte de las calles son diseñadas para utilizarse en dos sentidos, los conflictos vehiculares y los altos volúmenes de tránsito a menudo llevan a considerar la reglamentación del tránsito en un solo sentido. Esta reglamentación se utiliza de manera frecuente para mejorar la capacidad de las vías y proporcionar tiempos de los semáforos adecuados, como en los centros de las ciudades que presentan intersecciones muy próximas entre sí, con grandes volúmenes de tránsito. También es frecuente su consideración en los

planes de desarrollo de nuevos centros de actividades, como los centros comerciales, centros deportivos y parques industriales, entre otros.

Generalmente las calles en un solo sentido funcionan en una de estas formas: la que mueve siempre el tránsito en un solo sentido, la que normalmente es en un solo sentido pero a ciertas horas puede operar en el sentido contrario para proporcionar capacidad adicional al sentido del flujo predominante y la que por lo regular lleva tránsito en dos sentidos pero durante las horas de máxima demanda puede operar como una calle de un solo sentido, generalmente en el sentido más pesado del tránsito. También pueden operar en un sentido durante la hora de máxima demanda matutina y en el sentido contrario durante la hora de máxima demanda vespertina, teniendo ambos sentidos durante el resto del día.

Este tipo de acción proporciona una capacidad adicional, ya que se reducen las demoras en las intersecciones causadas por los conflictos con los peatones y con los vehículos que giran; permiten ajustes al ancho de carriles que incrementan la capacidad de los carriles existentes o hasta proveen un carril adicional; disminuyen los tiempos de recorrido; permiten mejoras a la operación del transporte público, como las rutas sin el mismo recorrido de retorno (de ida por una calle y de regreso por otra calle paralela); permiten realizar giros de más de un carril; redistribuyen el tránsito, ayudando a aliviar los congestionamientos en las calles adyacentes y simplifican los tiempos de semáforo, permitiendo mejorar el movimiento progresivo del tránsito y reduciendo la necesidad de utilizar semáforos con múltiples fases (“multifases”) si las calles secundarias se convierten en un solo sentido.

También se aumenta la seguridad, ya que reducen los conflictos en las intersecciones, entre vehículos y con el peatón; evitan que los

peatones queden atrapados entre las corrientes de tránsito; mejoran el campo de visión de los conductores en los accesos a las intersecciones.

Así mismo se logran operaciones más eficientes en relación con su costo debido a que proporcionan una capacidad adicional para satisfacer las necesidades del tránsito por un período mayor de tiempo sin grandes gastos de capital, alcanzándose otros objetivos de la comunidad al permitir el desarrollo de un plan maestro por etapas; además logra en forma inmediata patrones de tránsito diferentes de costos insignificantes, facilita la carga y descarga de los vehículos comerciales con un impacto mínimo en los flujos del tránsito, al conservar andenes, árboles y otros bienes arquitectónicos de gran valor, que de otra manera podrían perderse debido a la ampliación de las calles de doble sentido existentes.

El implementar esta acción dependerá en gran medida del tamaño y la complejidad, es decir, de la cantidad de datos que hay que recolectar y analizar para planear la regulación del tránsito en un solo sentido en el área y en el sistema analizado. Comúnmente, las calles de doble sentido se pueden convertir de uno solo cuando se demuestre que un problema de tránsito específico o que la eficiencia del sistema de transporte se mejorará, que la operación en un solo sentido es más eficiente con respecto a su costo que otras soluciones alternativas, que existe la disponibilidad o pueden construirse calles paralelas lo más cercano posible (preferiblemente a no más de una cuadra de distancia) de capacidad adecuada, que dichas calles proporcionan un servicio de tránsito adecuado al área servida, que puede proporcionarse una transición en los extremos de las secciones de un solo sentido a la operación de dos sentidos, que puede mantenerse un servicio de transporte eficaz, que estas calles son consistentes con el plan maestro de

vialidad y son compatibles con los usos del suelo adyacentes.

3.2.2.4 Implementación de calles reversibles y carriles de contraflujo

Las rutas viales arteriales urbanas que normalmente operan como calles de doble sentido soportan, a las horas de máxima demanda, volúmenes de tránsito en un sentido mucho mayores que en sentido contrario. Con un sistema de carriles reversibles, pueden diseñarse uno o más carriles para los movimientos en un sentido durante parte del día y en el sentido opuesto durante el tiempo remanente. Por ejemplo, en una calle de tres carriles el carril central puede operar normalmente como un carril continuo de vuelta izquierda para ambos sentidos, operando en el sentido del flujo mayor durante la hora de máxima demanda.

El objetivo del sistema de carriles reversibles es proporcionar un carril o carriles extras para el uso del sentido dominante del tránsito. Los dos métodos más utilizados actualmente son revertir completamente el flujo de una calle durante las horas de máxima demanda o hacer que una calle de dos sentidos opere en uno solo durante ese período.

El sistema de carriles reversibles es uno de los métodos más eficientes para incrementar la capacidad de las calles existentes en el período de máxima demanda. Aprovecha la capacidad no utilizada del sentido del flujo del tránsito más ligero, proporcionando uno o más de esos carriles para el flujo del tránsito más pesado, con un mínimo costo de inversión. El resultado es que todos los carriles se utilizan mejor. Este sistema es particularmente eficiente en puentes y túneles, donde el costo sería extremadamente alto o prohibitivo para proporcionar una capacidad adicional.

Algunas de las desventajas de implantar este sistema son la reducción de la capacidad para los flujos ligeros durante los períodos de

máxima demanda, la creación de problemas operacionales en sus extremos y la necesidad de concentrar esfuerzos de control para prevenir infracciones a los reglamentos sobre el uso de carriles.

El implementar esta acción dependerá de varios factores que pueden justificar los carriles reversibles. Éstos son: cuando el nivel de servicio durante ciertos períodos disminuye, hasta el punto de que es evidente que la demanda del tránsito excede la capacidad actual; cuando se determine que los períodos durante los cuales ocurre el embotellamiento son periódicos y reversibles, aconsejando que los carriles pueden ser reversibles sólo en un tiempo prefijado diariamente; cuando los carriles reversibles necesitan una capacidad adicional en el sentido con mayor flujo que se puede tomar del sentido opuesto, requiriendo para ello un estudio de volúmenes vehiculares por carril para determinar si se puede o no reducir el número de carriles en el sentido con flujo menor, cuántos carriles debe tener cada sentido y cuándo debe iniciar y terminar el período de actividad de los carriles reversibles. Como regla práctica, en calles principales debe haber por lo menos dos carriles del tránsito para el sentido con flujo menor.

Debe haber una capacidad adecuada en los extremos de un sistema de carril reversible, con una transición fácil para los vehículos entre las condiciones normales y de carril reversible. La instalación de un sistema de carriles reversibles con insuficiente capacidad en sus extremos terminales puede simplemente agravar o reubicar el problema del congestionamiento.

Una vez que se ha establecido que es necesario y factible el sistema reversible, debe seleccionarse el método de asignación de carriles para ser reversibles y el sentido del flujo. Comúnmente se utilizan tres métodos: 1) semaforos especiales colocados sobre cada carril;

2) señales permanentes advirtiendo a los conductores de los cambios de la circulación del tránsito y las horas que tienen su efecto; 3) barreras físicas, como conos, señales portátiles y barreras separadoras móviles.

Aunque la operación de un carril reversible se utiliza primordialmente en calles existentes, también se puede diseñar en calles nuevas, puentes y túneles. Es difícil usar este sistema en infraestructura antigua con accesos limitados debido a que la mayor parte de estas vías tienen separadores fijos que dividen los dos sentidos del tránsito. Sin embargo, puede utilizarse en esta infraestructura si se construyen separadores especiales y se usan apropiadamente dispositivos para el control del tránsito. Evidentemente, debe tenerse un extremo cuidado en mantener una operación segura.

3.2.2.5 Distancia de ubicación de la línea de pare en giros

Cuando el espacio disponible en una vía que confluye en otra es limitado, a menudo se encuentran radios de giro que no son lo suficientemente grandes para permitir el adecuado movimiento de los vehículos, en especial si son de gran tamaño. Para mejorar esto, es necesario ubicar la línea de pare de la vía que confluye, más atrás de lo estimado comúnmente, a una distancia que permita desarrollar el radio de giro requerido por el vehículo que desea realizar esta maniobra sin tener que enfrentarse al vehículo que en dirección opuesta espera para cruzar. La distancia para la cual se debe ubicar la línea de pare se puede tomar de cualquiera de los diagramas que se muestran a continuación, según sea el radio $5,3 \text{ m} > R_2 \geq 3,0 \text{ m}$ o $R_2 \geq 5,3 \text{ m}$.

Se ha establecido que si el valor de $R_a = 12,50 \text{ m}$ para un vehículo grande, el desarrollo de la trayectoria de giro se hace más seguro; de manera similar ocurre cuando el radio es de $9,0 \text{ m}$ para el caso de vehículos livianos.

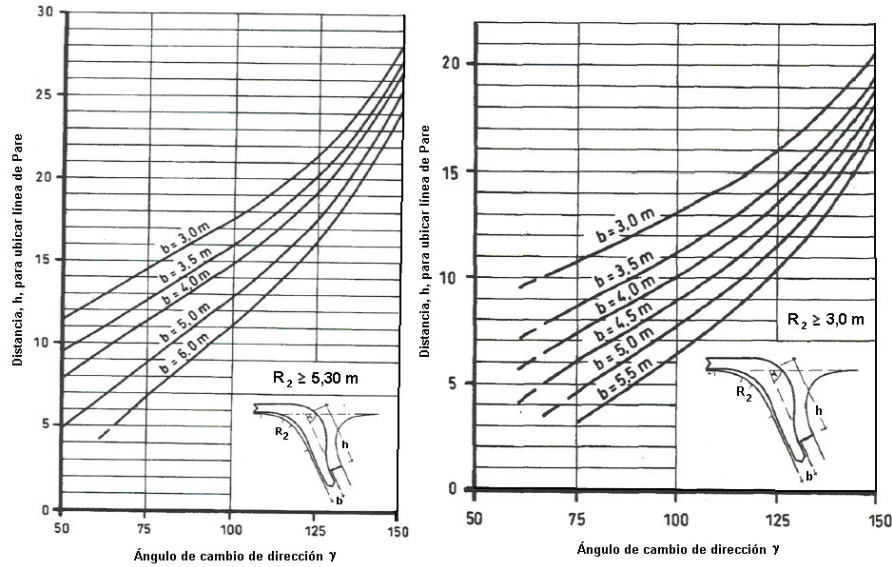


Figura 3.8
Diagramas para determinar la distancia a la que se debe ubicar la línea de pare.

Fuente:
Manual Rilsa,
2003.

En ambas gráficas se entra por la parte inferior con el ángulo que forma la proyección del eje de la vía que intercepta y la proyección del eje del sardinel de la otra vía, hasta tocar la curva correspondiente al ancho del carril que recibe el flujo o movimiento. De esta manera se lee en el eje y la distancia h , a la que deberá ubicarse la línea de “pare” del carril de “descarga”.

3.2.2.6 Carriles para vehículos de alta ocupación

Los métodos de reducción o control de la demanda incluyen alternativas para reducir el número de vehículos que transitan por una vía, mediante el incremento del número de personas por vehículo, desviación de tráfico a rutas alternas y disminución en las necesidades de realizar viajes.

Las estrategias de gestión de tráfico incluyen el uso de prioridad de carriles para vehículos con alta ocupación, costos por congestión y sistemas de información a los viajeros.

El número de vehículos que ingresan en una vía multicarril son el determinante principal del funcionamiento del sistema, de tal manera que el control de accesos es la forma más fácil y directa de limitar la demanda en la vía. En este sentido, con la implantación de carriles VAO se pretende reducir la demanda vehicular sobre la vía, sin disminuir en realidad el número de viajes por persona.



Fotografía 3.3
Carril VAO.

Fuente:
Internet.

Los carriles para HOV (*High Occupancy Vehicles*) o en español VAO (Vehículos de Alta Ocupación) se definen como aquellos carriles adecuados para vehículos con un número mínimo de ocupantes, incluidos buses, taxis y vehículos de servicio compartido.

Se requiere predecir la elasticidad de la demanda, es decir, qué proporción de los vehículos estarán en disposición de usar los carriles VAO y se trasladarán a ese nuevo “modo” (modalidad) de transporte.

Conociendo los orígenes y los destinos de los pasajeros que usan los carriles VAO se podrá disponer cuales tramos de la vía multicarril pueden usarse, puesto que muchos tienen accesos restringidos.

Su demarcación de piso utiliza el símbolo \diamond para determinar el carril VAO preferencial.

Los carriles VAO proporcionan mayor velocidad a los usuales en el tramo utilizado de prelación.

La implantación de carriles VAO en vías multicarriles o en autopistas despierta la pregunta de las condiciones de operación de dichos carriles y los efectos sobre los demás carriles y sobre la operación de la vía en general.

El cálculo de la capacidad de carriles VAO es difícil, por la carencia de datos y porque su diseño permite que funcionen por debajo de la capacidad, manteniendo un buen nivel de servicio.

Los carriles VAO sencillos (de un solo carril) poseen generalmente diferentes características de velocidad, puesto que tienen restricción en las oportunidades de adelantamiento; por tanto, se recomienda que el análisis de capacidad en este tipo de carriles se realice únicamente cuando el carril VAO tiene una demanda menor de 1.600 veh./hora/carril.

Los carriles VAO se diseñan con el fin de incrementar la capacidad de una vía, pero expresada no solamente en términos de número de vehículos sino en términos de personas, con-

sistente en reservar ciertos carriles (uno o más) durante algún horario particular o en todo el día, para el uso privilegiado de vehículos con un número múltiple de personas (ocupantes) establecido.

Cuando se presenta congestión en los carriles normales de la vía, los vehículos que circulan por los carriles VAO transitan a flujo libre y a un buen nivel de servicio. Como consecuencia, las personas ocupantes de los carriles VAO son beneficiadas con un ahorro en sus tiempos de viaje comparativamente contra los pasajeros que se movilizan en el resto del tránsito general.

Existe la dificultad del control policial por violación o por uso indebido del carril, por lo cual se requieren aspectos normativos legales para incluir dentro de la legislación las sanciones correspondientes en los horarios establecidos, así como unas grandes calidades y autodisciplina de los conductores. Deberán igualmente efectuarse labores educativas y divulgación en su utilización o implementación.

3.2.3 Modificaciones en los semáforos

3.2.3.1 Criterios para controlar una intersección con semáforo

El diseño de una intersección controlada con semáforo comprende, entre otros aspectos, la selección del procedimiento de control, la descripción técnica para el control del tránsito, el cálculo de los planes de señales y el diseño para el acondicionamiento de semáforos en una intersección individual, en un corredor semaforizado o en la malla vial de la ciudad, todo ello de acuerdo con las normas que regulan la circulación del tránsito.

Los componentes individuales, como por ejemplo la configuración de la intersección, la asignación de carriles en cada acceso de conformidad con los movimientos autorizados, la

regulación de pasos peatonales y pasos para los ciclistas, están correlacionados entre sí, todo de acuerdo con las demandas vehiculares y las condiciones establecidas para un manejo seguro de parte de todos los usuarios de la intersección.

El desenvolvimiento del tránsito en la malla vial de la ciudad determina el control para las intersecciones controladas por semáforo, como un instrumento importante en el concepto de la regulación del mismo con el fin de lograr una disminución de los tiempos de desplazamiento a lo largo de la malla vial y la seguridad para el desplazamiento de los peatones y ciclistas.

Dentro del concepto de la administración del tránsito y transporte en que se deben coordinar todos los aspectos relacionados con el desplazamiento de vehículos particulares y de transporte público de tal manera que se haga en forma segura y eficaz, la semaforización ocupa un lugar muy importante.

Por lo anterior, se deberán tener en cuenta los criterios o condiciones que se consideran básicos para el control del tránsito en una intersección por medio del semáforo, los cuales son:

- ♦ Condición A. Volumen mínimo de vehículos.
- ♦ Condición B. Interrupción del tránsito continuo.
- ♦ Condición C. Volumen mínimo de peatones.
- ♦ Condición D. Movimiento o circulación progresiva.
- ♦ Condición E. Antecedentes de los accidentes.
- ♦ Condición F. Combinación de los requisitos anteriores.

Dichas condiciones se especifican en el *Manual de señalización vial* elaborado por el Ministerio de Transporte.

Las decisiones en casos excepcionales deben apoyarse en un análisis completo de todos los factores que intervienen.

3.2.3.2 Señalización semafórica

Señalización de advertencia para el giro vehicular

Una medida importante que se ha venido implementando en la red semafórica de la ciudad de Bogotá hace referencia a la señalización con flecha amarilla intermitente, dirigida a los vehículos que desean realizar maniobras de giro, bien sea derecho o izquierdo, y que entran en conflicto con el paso de peatones.

Para el caso de alto volumen peatonal, bajo volumen de giro de vehículos y debido a la restricción por capacidad de implementar fase exclusiva para el peatón, esta medida permitirá brindar mayor seguridad al paso peatonal cuyo movimiento se presenta en la misma fase que el giro vehicular.

La nomenclatura asignada a este nuevo grupo semafórico corresponde a la serie 60, de tal manera que los vehículos que provienen del acceso norte o grupo principal 1 tendrán la nomenclatura 61. Así pues, el grupo 64 significa que la señalización corresponde a los vehículos que giran provenientes del acceso oriental.

Señalización para diferenciar el flujo de calzada exclusiva

Durante el desarrollo de los planes de señales en intersecciones que paralelamente se componen de calzadas exclusivas y mixtas, tales como las registradas en las vías troncales del sistema masivo de transporte público, se suelen presentar diferencias en el tiempo de inicio de la fase correspondiente. De tal manera que, por acto reflejo, los conductores de los

vehículos automóviles que aún no tienen indicación de verde inician la marcha con la indicación para el carril exclusivo adyacente y no con la propia, presentándose riesgo de accidentes.

Una medida para contrarrestar dicho riesgo es diferenciar la luz del foco orientado para la calzada exclusiva del foco correspondiente al de la calzada mixta. Cambiar la lente con diferente color para indicar el paso de los buses articulados, logrando que el conductor del vehículo perteneciente a la calzada mixta aguarde hasta el momento en que le corresponde para iniciar su marcha. Así mismo, contribuye a que el peatón mantenga su atención en su fase correspondiente y no se “descuide” por el cambio en el foco del módulo vehicular.

3.2.3.3 Programación de semáforos en intersecciones

Esta es una de las medidas operativas más frecuentes y deseables, ya que con bajas inversiones normalmente se generan altos beneficios. La programación de semáforos consiste en definir el ciclo óptimo, número, secuencia y duración de las fases presentadas en los planes de señales.

El ciclo óptimo, es decir, el tiempo suficiente para dar paso a todos los accesos de la intersección de manera eficiente puede ser una fracción de los ciclos comúnmente utilizados (45, 60, 75, 90 o 120 segundos). En tal sentido, para intersecciones aisladas estos tiempos

óptimos puede implementarse como el programa especializado lo calcule.

La toma de información de campo durante todo el día permite identificar los cambios del volumen que cruzará la intersección y así el diseño de los planes de señales podrá implementar diferentes ordenamientos en la secuencia y duración de fases para mejorar la programación de los mismos.

En determinados casos es ideal que los planes de señales modifiquen los tiempos de verde entre ciclo y ciclo, de tal manera que cambie la duración de cada fase alternadamente. Esto se conoce con el nombre de verdes partidos (figura 3.9).

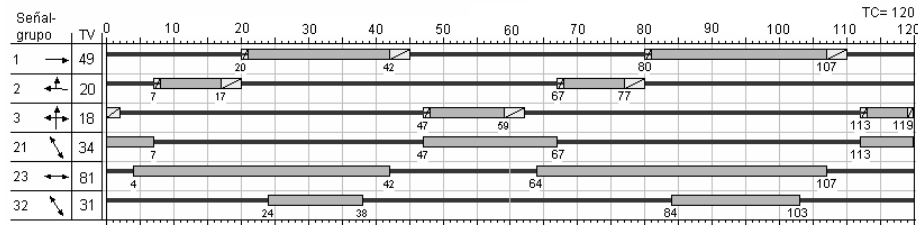
3.2.3.4 Coordinación de semáforos

Esta medida constituye una herramienta de gestión del tránsito de gran impacto por los grandes beneficios que genera, tanto por la reducción de los costos de operación de vehículos (menos paradas y mayor velocidad) como por los menores tiempos de viaje de los usuarios y menores emisiones de contaminantes a la atmósfera.

Para llevar a cabo la coordinación de los semáforos, previamente se tiene que desarrollar un análisis de las intersecciones más importantes a lo largo de la arteria en estudio. De este análisis, además de conocer las características de operación del tránsito en el corredor y en sus vías transversales, se determina la posible necesidad de controlar con semáfo-

Figura 3.9
Ejemplo de plan de señales con distribución alterna de verdes.

Fuente:
Elaboración propia.



ros las intersecciones que actualmente son de prioridad y que según un análisis individual requieren semáforos.

Para proceder a la sincronización de los semáforos y con base en las condiciones del tránsito actual durante los períodos pico y valle, se realizará para cada uno de ellos la coordinación simultánea entre todos, utilizando el programa adecuado que permita la determinación del ciclo óptimo para la mejor progresión de vehículos en arterias de uno y dos sentidos de circulación, calculando los desfases correspondientes y la progresión óptima de los semáforos de la arteria en estudio. Los parámetros de diseño tales como la longitud del ciclo óptimo para el sistema sincronizado, las secuencias y longitudes de las fases para los movimientos en cada intersección y el desfase del ciclo óptimo entre intersecciones, que resultan en el máximo “ancho de banda” o ancho del tiempo de verde progresivo para cada intersección y para la progresión de vehículos en ambos sentidos de circulación, se definen para cada uno de los planes requeridos. Se generarán los diagramas espacio - tiempo para ambos sentidos de la arteria (figura 3.10).

3.2.3.5 Bahías exclusivas para giro izquierdo

Es posible estimar el porcentaje de ciclos en los cuales se puede esperar que se generen demoras, así como la capacidad de almacenamiento que el carril exclusivo o bahía de giro izquierdo debería tener, según información recolectada. Esto permitirá implementar cambios en el planeamiento de la intersección controlada por semáforo que contenga dicha bahía, o incluso contemplar modificaciones geométricas con el ánimo de mejorar su funcionamiento.

Porcentaje de ciclos en los cuales se puede esperar que se generen demoras

La evaluación parte del promedio de giros a la izquierda por ciclo y mediante la ecuación 3.2 es posible determinar el porcentaje de ciclos en los cuales se puede esperar que se generen demoras.

Estimación del promedio de giros a la izquierda por ciclo (m).

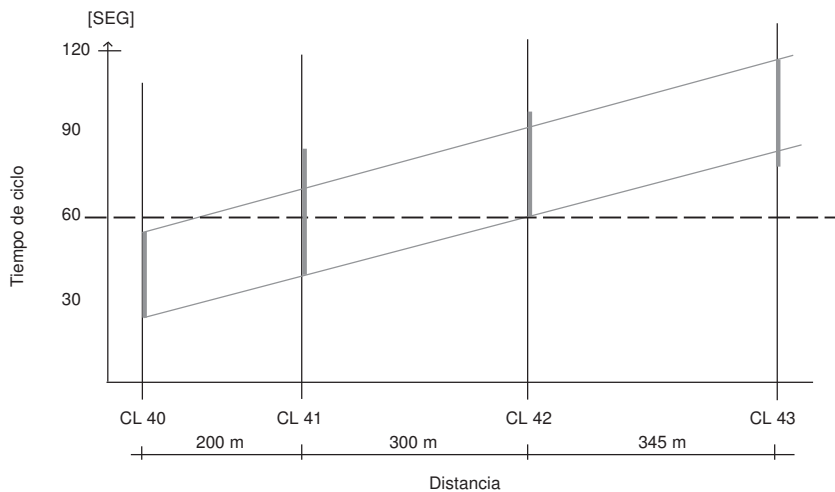


Figura 3.10
Ejemplo de diagrama espacio-tiempo.

Fuente:
Elaboración propia.

$$m = \frac{T_c L}{3600} \quad 3.2$$

donde

L = volumen de vehículos que giran a la izquierda por hora en vehículos equivalentes.

T_c = tiempo de ciclo en segundos.

Porcentaje de ciclos en los cuales se espera que se generen demoras:

$$P(x \geq m) = \sum_{x=0}^{m-1} \frac{m^x e^{-m}}{x!} \quad 3.3$$

Si se proporciona una fase especial para giros a la izquierda, mediante la siguiente expresión se puede establecer en qué porcentaje de los ciclos no es necesario este control, o bien el porcentaje de los ciclos en los que no hay giro a la izquierda.

$$P(0) = \frac{m e^{-m}}{0!} \quad 3.4$$

Capacidad de almacenamiento de una bahía de giro izquierdo

Para establecer el almacenamiento requerido, se debe hallar la probabilidad de que más de k vehículos $P(x > k)$ lleguen en un ciclo, mediante la siguiente expresión:

$$P(x \geq k) = 1 - \sum_{x=0}^k \frac{1}{x!} \left(\frac{L T_c}{3600} \right)^x e^{-\left(\frac{L T_c}{3600} \right)} \quad 3.5$$

donde

L = Volumen de vehículos que giran a la izquierda en la hora en vehículos equivalentes.

T_c = tiempo de ciclo en segundos

Luego, para encontrar la capacidad requerida del carril exclusivo, deben desarrollarse los términos de la expresión anterior hasta que en el porcentaje del tiempo N de vehículos que exceden la capacidad del carril se cumpla que:

$$P(x > k) \leq \frac{N}{100} \quad 3.6$$

3.2.4 Medidas para estacionamientos

3.2.4.1 Restricciones

Una medida para mejorar el tránsito vehicular es la que se relaciona con las restricciones o prohibiciones de estacionamiento en la vía pública. Éstas se pueden implementar durante las horas de máxima demanda o fuera de ellas, en forma alterna durante horas del día y días de la semana, o antes de un horario específico. Para mejorar los resultados con este tipo de medidas, debe considerarse la reglamentación de zonas de carga y descarga para camiones (reparto de víveres o bienes) y para el ascenso y descenso de pasajeros de buses y taxis, entre otros. El propósito principal de esta medida busca mejorar la capacidad de las vías seleccionadas. Al aplicar esta acción se deben tener en cuenta las implicaciones de implementar esta medida, como los nuevos planes de estacionamiento fuera de la vía pública u otros sitios para estacionarse destinados a los usuarios regulares, al igual que los nuevos paraderos del transporte público.

3.2.4.2 Zonas azules (uso de parquímetros)

Generalmente se asocia el espacio dispuesto para el control con parquímetros al nombre de “zonas azules”, es decir, zonas que se han dispuesto para el estacionamiento en

cordón de manera controlada en cuanto al número posible de cupos, como del cobro en determinado tiempo permitido de parqueo.

Los parquímetros son dispositivos de control capaces de almacenar o referenciar un crédito para estacionamiento (fotografía 3.4).

Existen parquímetros con dispositivos mecánicos y electrónicos. Los segundos tienen, entre otros, los siguientes factores positivos:

- ♦ Cobro exacto del tiempo real estacionado.
- ♦ Capacidad de gestión de múltiples espacios para estacionamiento desde un solo equipo.
- ♦ Mínimo impacto visual y ambiental.
- ♦ Alimentación eléctrica de línea, con baterías y con energía solar.

3.2.5 Medidas para peatones

El peatón es uno de los integrantes más importantes del tránsito, junto con el conductor y el pasajero. Sin embargo, el peatón es el que resulta más afectado en su circulación, ya sea en la comodidad o en la accidentalidad, la cual casi siempre tiene consecuencias fatales. Por tal razón y tomando en consideración la tendencia mundial de devolverle al peatón su espacio, se deben diseñar programas operativos, que ofrezcan una orientación especial y que brinden facilidades para este usuario de la vía, contribuyendo así a elevar la calidad de vida de la población en general. Por otro lado, se deberá dotar al peatón de una infraestructura adecuada, así como de señalización e in-



Fotografía 3.4
Frente de parquímetro electrónico.

Fuente:
www.altec.com.ar.

formación para su correcta y segura circulación. Del mismo modo se debe dotar de mobiliario urbano y de elementos verdes en los casos donde sea factible, y adoptar algunas medidas como las que a continuación se describen.

3.2.5.1 Instalaciones físicas

Se relacionan con infraestructura del siguiente tipo: calles exclusivas, áreas de espera, aceras, barreras y otras. Desde el enfoque de ingeniería de tránsito, el diseño de calles exclusivas, anchos de andenes y áreas de espera, se deberá basar en la premisa de ofrecer al peatón la oportunidad de circular con un determinado nivel de comodidad y confort. Algunas otras medidas, como barreras de protección, están orientadas principalmente a

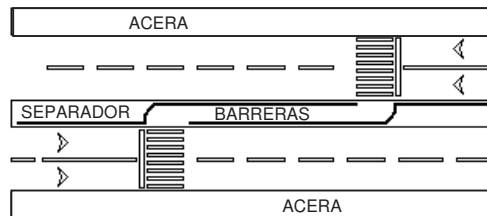
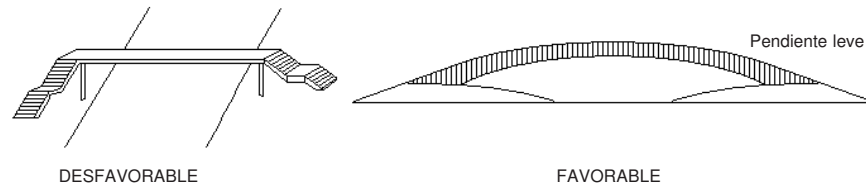


Figura 3.11
Cruce peatonal indirecto con barreras de protección.

Fuente:
Elaboración propia.

Figura 3.12
Esquemas de puentes peatonales.

Fuente:
Planificación y configuración urbana,
Dieter Prinz.



reducir la probabilidad de accidentes, siendo un elemento que impide el contacto directo con el tránsito vehicular; las barreras se ponen generalmente en los bordes de las aceras, en zonas de gran movimiento peatonal y en instituciones que concentren la salida de personas (institutos educacionales, cines), disipando de esta manera el efecto de “estampida”.

Los refugios e islas tienen como objetivo proporcionar un lugar protegido para los peatones que esperan, en el centro de la vía, una brecha favorable para realizar el cruce, como se ilustra en la figura 3.11. También sirven para facilitar el cruce de la vía, dividiéndolo en etapas que pueden complementarse aisladamente. En nuestro medio resulta aplicable para el cruce de avenidas de amplia sección, como corresponde a los casos de la calle 80, avenida Boyacá e incluso la avenida Caracas. Semaforizar dichos pasos peatonales de manera escalonada permite lograr un mejor resultado de la coordinación.

El mismo diseño arquitectónico de puentes puede contribuir a que el tránsito de los peatones sea acogido o rechazado. Los pasos superiores e inferiores se han de configurar, como norma general, de manera que pueda utilizarse, incluso por los minusválidos, cómodamente y sin dificultades. En la figura 3.12 se presentan, a manera de ejemplo, unos esquemas sencillos de la conveniencia que desde este punto de vista se tiene sobre el tránsito de peatones.

La solución de la izquierda resulta muy desfavorable no sólo por su incomodidad para

el desplazamiento, sino porque restringe el paso de coches para niños y de minusválidos, mientras que el paso peatonal sobre elevado de la derecha, con pendientes leves, permite una mayor accesibilidad.

El Departamento Administrativo de Planeación Distrital (DAPD) tiene establecidas las especificaciones de puentes peatonales para la ciudad de Bogotá, D.C., mediante el decreto reglamentario 279 de septiembre de 2003.

3.2.5.2 Facilidades operativas

Las facilidades operativas para el peatón están principalmente relacionadas con la instalación de semáforos y fases para peatonales, y con el mejoramiento de la señalización tanto para los peatones como para el tránsito, y la instalación de semáforos actuados (fotografía 3.5).

3.2.6 Medidas para cargue y descargue

Una medida de gestión de alta efectividad y de bajo costo consiste en la organización de las maniobras de carga y descarga de mercancías. Para la regulación de estas actividades se deben definir horarios permitidos, tipo de vehículos autorizados, áreas destinadas para esta actividad y permanencia de las unidades. En algunos casos la propuesta puede recomendar el desplazamiento de esta actividad fuera de la zona de estudio, planteamiento que debe estar acompañado de alguna opción concreta para esta movilización. Las regulaciones que se establezcan no deben ser estándar, sino que

deben corresponder a las características del tránsito en las áreas, corredores o nodos de estudio.

3.2.7 Medidas para el tránsito de bicicletas

A causa de la problemática inherente a la congestión del transporte y a los impactos ambientales producidos por la operación vehicular, en los últimos años se ha venido reconociendo que la bicicleta, además de un medio de recreación, es un modo viable de transporte, el cual puede llegar a desempeñar un papel importante en el sistema general del transporte de las ciudades, por su eficiencia energética, economía y beneficios a la salud. Normalmente en nuestro medio los ciclistas circulaban en las calles y carreteras compartiendo el espacio con los vehículos y peatones, sin tener una franja de dedicación exclusiva para su movimiento. Pero hoy en día existe una importante oferta vial para bicicletas en Bogotá, D.C.

El diseño de ciclorrutas seguras y adecuadas para el transporte en bicicleta requiere el entendimiento de las bicicletas, los ciclistas y el tipo de infraestructura. La selección del tipo apropiado de infraestructura depende de las características del tráfico vehicular, de la utilización del suelo adyacente, de los patrones de crecimiento esperado y, obviamente, de los usuarios potenciales de la ciclorruta.

A continuación se presenta un compendio de los principales lineamientos de planeación y diseño de ciclorrutas, donde se dan las indicaciones y criterios generales que se deben tomar en cuenta durante el desarrollo de la infraestructura para bicicletas, con el fin de tener un diseño que supla las necesidades tanto de los ciclistas, como de los otros usuarios de las vías. Se presentan consideraciones de planeación, los tipos de mejoras de la infraestructura y la descripción de los factores que se de-



Fotografía 3.5
Intersección con programación actuada. Avenida Boyacá por avenida Iberia.

Fuente:
Elaboración propia.

ben tener en cuenta en la localización, así como algunas recomendaciones para su operación y mantenimiento.

3.2.7.1 Planeación

La planeación se entiende como el conjunto de actividades encaminadas a desarrollar un sistema de ciclorrutas compuesto por caminos independientes para bicicletas y carriles interconectados y espaciados para satisfacer las necesidades de transporte de los ciclistas. La mayor parte de las carreteras y calles, con algunas mejoras no muy costosas, pueden servir como base para la planeación de la red de ciclorrutas, las cuales aumentan la red del sistema existente en los corredores

escénicos o en los lugares donde el acceso es limitado. La planeación de transporte por bicicleta es mucho más que la simple planeación de las ciclorrutas y el esfuerzo debe considerar la seguridad y la eficiencia del viaje en bicicleta, lo cual debe hacerse en conjunto con los otros modos de transporte. Por lo general, una mejora en la red de ciclorrutas beneficia a los otros modos de transporte y su implementación debe estar en armonía con los objetivos generales de la comunidad. En un programa de ciclorrutas hay que considerar, además del diseño y construcción de la infraestructura, la educación, el entrenamiento, los incentivos para el uso de la bicicleta y la definición de normas claras para el tránsito de bicicletas.

Los viajes en bicicleta tienen dos propósitos: utilitarios (llegar a un destino específico rápidamente y con pocas interrupciones) y recreacionales (viaje de placer o descanso, donde el destino no es importante). Estos propósitos no son mutuamente excluyentes, por lo que las ciclorrutas deben diseñarse para acomodar las necesidades de una mezcla estimada de los dos tipos de ciclistas.

Los ciclistas difieren ampliamente en sus habilidades y en sus preferencias para circular por una ciclorruta; algunos prefieren las vías arteriales con tráfico pesado, que son más directas, mientras que otros prefieren las vías loca-

les o caminos por la calidad del viaje. En la planeación se debe tener en cuenta que abarque una amplia gama de todos estos ciclistas.

En el proceso de planeación se ha de ejecutar una serie de actividades, desde la realización de un inventario de las condiciones existentes hasta el análisis y evaluación del diseño y las mejoras propuestas para satisfacer la demanda de la comunidad con respecto a este medio de transporte y recreación. En la figura 3.12 se muestra un modelo comprensivo para la planeación del transporte en bicicleta, en el cual se integran los aspectos de ingeniería, educación, reglamentación e incentivos. En la figura 3.13 se presenta un diagrama de flujo que ilustra el proceso de planeación respectivo.

En la fase de ingeniería se atenderán los siguientes puntos:

- ♦ Remoción de obstáculos peligrosos.
- ♦ Mejoramiento de la calzada.
- ♦ Eliminación de barreras y cuellos de botella.
- ♦ Desarrollo de ciclorrutas (carriles, ciclo-pistas, ciclorrutas y vías compartidas en las carreteras).

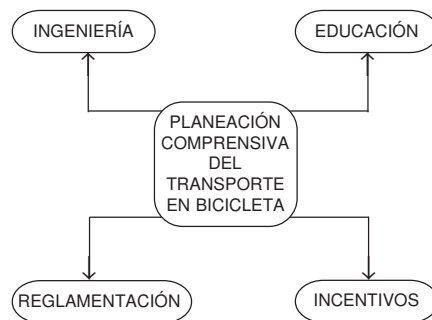
En la fase de educación se atenderán los siguientes puntos:

- ♦ Instrucción de clase.
- ♦ Entrenamiento del uso de la bicicleta.
- ♦ Educación para adultos.
- ♦ Educación a los conductores.
- ♦ Campañas de información.

En la fase de reglamentación, los puntos correspondientes son:

- ♦ Observancia coercitiva de las normas básicas de tránsito.
- ♦ Programas de prevención para niños.
- ♦ Imposiciones selectivas.
- ♦ Recolección de estadísticas de accidentes.
- ♦ Patrullas de bicicletas.

Figura 3.13
Modelo para la planeación comprensiva de ciclovías.



Fuente:
Elaboración propia.

Finalmente, en la fase de incentivos es necesario puntualizar lo siguiente:

- ♦ Bicicletas para los días laborales.
- ♦ Programas de recreación.
- ♦ Estacionamientos.
- ♦ Mapas de rutas de bicicletas.
- ♦ Campañas publicitarias.

Inventario de las condiciones existentes

La planeación de la red de ciclorrutas comienza con el inventario de las condiciones existentes. Hay que observar y recolectar información sobre los viajes en bicicleta, con el propósito de identificar las deficiencias, los problemas de seguridad, los sitios de accidentalidad y las necesidades de construcción de nuevas instalaciones o mejoras de las existentes.

En términos generales, se deben realizar las siguientes actividades:

- ♦ Analizar la presencia de obstrucciones e impedimentos en las carreteras existentes, tales como rejillas de drenaje inseguras, escombros, franjas de bermas destapadas, resonadores, carriles estrechos, pavimentos rugosos, elevado volumen de tráfico y de alta velocidad, porcentaje elevado de camiones, estacionamiento en andenes, juntas de expansión de puentes, pisos metálicos de puentes, estacionamiento de bicicletas y señales de tránsito.
- ♦ Analizar las áreas generadoras de tránsito de bicicletas, que normalmente coinciden con los centros generadores de empleo, colegios, centros comerciales, escuelas, parques, sitios de compras, accesos a las estaciones de transporte masivo o puntos de transferencia intermodal, barreras (ríos y autopistas).
- ♦ Consultar los puntos de vista de los usuarios activos y potenciales, los cuales de-



Fotografía 3.6
Ciclorruta
avenida 19.

Fuente:
Elaboración propia.

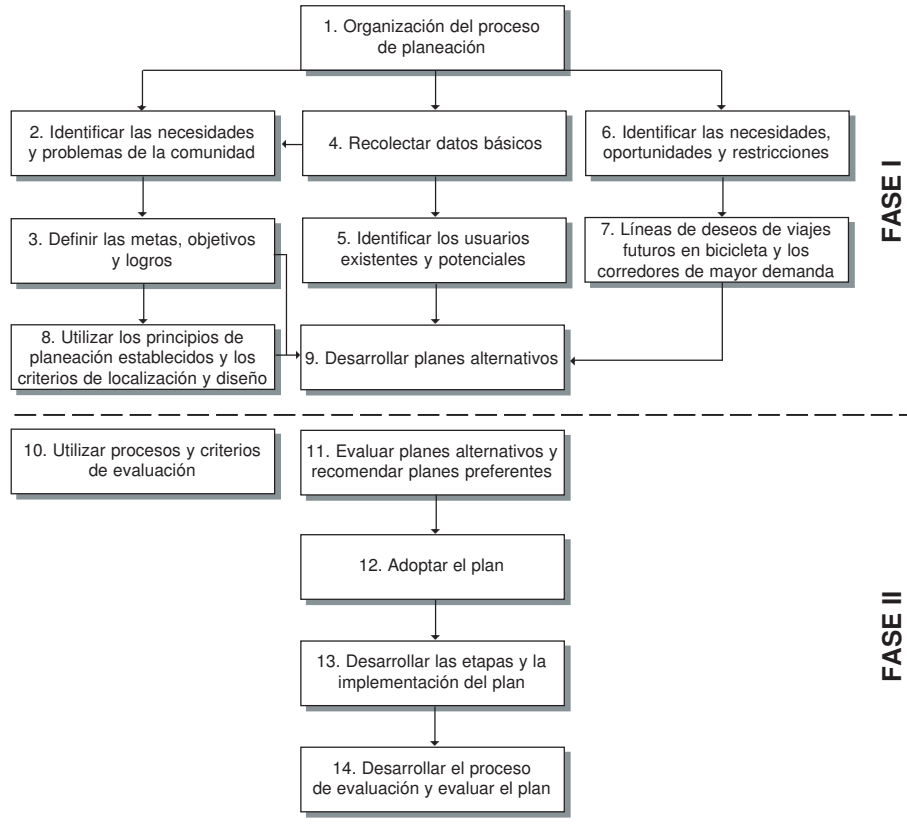
ben compararse entre sí, cotejarse con un buen juicio profesional y complementarse con la consulta a grupos de recreativos y deportistas.

- ♦ Obtener estadísticas de ciclistas utilitarios y recreacionales, según edad y experiencia.
- ♦ Revisar la efectividad de la reglamentación y de las medidas coercitivas para los ciclistas.

Análisis de las mejoras

El inventario de las condiciones existentes permite modificar o refinar las metas y objetivos del plan de transporte en bicicleta, las cuales deben estar en concordancia con las políticas generales de transporte de la comunidad o del Estado. En los programas y proyectos se deben tener en cuenta las opciones de incentivos al usuario, las medidas coercitivas, la educación y las mejoras de la infraestructura.

Figura 3.14
Etapas del proceso de planeación del transporte en bicicleta.



Fuente:
Elaboración propia.

Para reducir los conflictos entre peatones, ciclistas y conductores se puede considerar una amplia gama de obras, mejoras y actividades de mantenimiento en las calzadas vehiculares, ciclorrutas, carriles para bicicletas, andenes, instalaciones de estacionamiento, rejillas de drenaje, cruces a nivel de ferrocarril, superficies de pavimento, señales de tránsito, líneas y demarcaciones. Igualmente se debe propugnar la continuidad de la red de ciclorrutas, la separación de los flujos de bicicletas y automotores y los programas de seguridad contra los robos y el vandalismo.

Selección de la infraestructura

Cuando se desea un mejoramiento de una instalación se deben considerar los siguientes factores para determinar el tipo, localización y prioridad de la infraestructura más adecuada:

- ♦ *Barreras.* En muchas ocasiones, al construir una instalación para vencer las barreras (topográficas, autopistas, ríos) se crean nuevas oportunidades para el uso de la bicicleta.
- ♦ *Accidentes.* Se debe propender a reducir los índices de los accidentes y los conflic-

- tos. Se deben revisar y evaluar los planes para evitar la introducción de nuevas causas de accidentes.
- ♦ *Viajes directos.* Para la mayor conveniencia del usuario, especialmente para los viajes utilitarios, se deben conectar directamente los puntos generadores de tráfico.
 - ♦ *Acceso.* Se debe considerar el acceso especialmente a las zonas residenciales, y adecuarlo para el ingreso de los vehículos de mantenimiento, emergencia y de servicios.
 - ♦ *Atracción.* Hay que darle importancia al valor escénico, especialmente para propósitos de recreación.
 - ♦ *Seguridad.* Se debe proporcionar la vigilancia para evitar el vandalismo, robos y actos criminales contra los ciclistas en ruta y en los sitios de estacionamiento.
 - ♦ *Demoras.* El recorrido debe ser continuo, sin paradas, para que los ciclistas mantengan su inercia; de lo contrario, es muy probable que no utilicen la ciclorruta o desobedezcan los controles de tránsito.
 - ♦ *Conflictos.* Se deben evitar los conflictos que se puedan presentar entre ciclistas, conductores, peatones y patinadores, los cuales varían dependiendo del tipo de infraestructura (calzada compartida, carril preferente o exclusivo, o ciclopista independiente).
 - ♦ *Mantenimiento.* El mantenimiento rutinario apropiado, que tenga en cuenta las necesidades de los ciclistas, evita que los ciclistas opten por una vía paralela.
 - ♦ *Calidad de la superficie del pavimento.* La superficie debe estar libre de resaltos, huecos e irregularidades. Los cruces en pasos a nivel de ferrocarriles deben estar convenientemente orientados y las rejillas de drenaje por fuera de la trayectoria de los ciclistas.
 - ♦ *Tránsito de buses y camiones.* Se deben tener en cuenta las altas velocidades de los camiones y buses, ya que su efecto aerodinámico causa problemas especiales a los ciclistas. Además, se deben evitar los conflictos que se presentan en los sitios de ascenso y descenso de pasajeros.
 - ♦ *Estacionamientos de vehículos en la vía.* La apertura imprevista de las puertas de los automóviles detenidos y la salida de los estacionamientos ocasionan problemas a los ciclistas.
 - ♦ *Volúmenes y velocidades del tránsito.* Los ciclistas cotidianos utilizan por lo general las vías arteriales debido a que minimizan las demoras y además ofrecen continuidad para los viajes largos. Si hay un ancho suficiente, se puede mejorar la calzada vehicular o adaptar una calle paralela, siempre y cuando haya un número mínimo de paradas. Los ciclistas inexpertos circulan por las vías locales, pero cambian la ruta preferida una vez que se incremente su habilidad para conducir la bicicleta.
 - ♦ *Relación costo/recursos.* La selección del sitio incluye un análisis de costos de alternativas. Es preferible no construir una instalación de ciclorruta, a construir una con una planeación y un diseño deficientes. La decisión de construir una red de ciclorrutas es un compromiso concienzudo a largo plazo; si hay pocos recursos se pueden implementar mejoras de bajo costo, tales como los estacionamientos de bicicletas, la remoción de barreras y obstrucciones, las mejoras a la calzada y la edición y distribución de mapas de rutas de ciclorrutas para los usuarios.
 - ♦ *Leyes locales.* Los programas de bicicletas deben reflejarse en los ordenamientos y leyes locales. Las instalaciones no de-

- ben inducir al ciclista a circular de una manera inconsistente con dichas reglas.
- ♦ *Ciclopuentes.* Se deben evitar algunos aspectos no convenientes, tales como anchos menores que los de los accesos, pendientes relativamente inclinadas, pisos metálicos con grietas, barandas bajas y ciertos tipos de juntas de expansión que puedan causar dificultades a la conducción de bicicletas.
- ♦ *Condiciones de la intersección.* Se debe minimizar el número de cruces, ya que allí se presenta el mayor número de accidentes.

3.2.7.2 Diseño

Todas las vías, excepto aquellas donde esté legalmente prohibida la circulación de bicicletas, se deben diseñar y construir bajo el supuesto de que vayan a ser utilizadas por los ciclistas. Se puede efectuar una amplia gama de mejoras a la infraestructura de bicicletas, desde simples consideraciones de diseño, como el cambio de las entradas de las rejillas de drenaje, hasta el diseño detallado de una ciclorruta. El factor primordial que controla el diseño es la localización, ya sea un carril para bicicletas en la calzada vehicular o una franja localizada en un alineamiento independiente. El diseño depende de muchos factores, incluyendo las características de la bicicleta y el desempeño de los ciclistas.

El diseño o adecuación de un carril para bicicletas en una calzada vehicular depende del diseño de la vía. Todas las modificaciones de las ciclorrutas, el ancho, los radios de curvatura, los peraltes deben hacerse de acuerdo con el uso esperado y con un razonado juicio de ingeniería.

Durante el proceso de diseño es deseable contar con la participación de la comunidad a través de los comités y las reuniones o audiencias públicas, con el fin de que en las etapas de

planeación y diseño se tengan en cuenta sus intereses y preocupaciones y se eviten los posibles impactos adversos que pueda ocasionar la ciclorruta. En cualquier mejora al sistema de transporte no hay que olvidar incluir el modo bicicleta.

3.2.8 Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS)

Los Sistemas Inteligentes de Transporte (*Intelligent Transportation Systems, ITS*) abarcan un amplio rango de tecnologías, a veces inalámbricas, comunicaciones con cableado en red, telecomunicaciones, control y tecnologías electrónicas. Cuando se integran a los sistemas de infraestructura de transporte, y en los propios vehículos, estas tecnologías ayudan a monitorear, rastrear y administrar los flujos de tráfico, reducir la congestión, suministrar rutas alternativas para los viajeros, aumentar la productividad y salvar vidas, tiempo y dinero.

Los Sistemas Inteligentes de Transporte suministran las herramientas para que los profesionales expertos en transporte puedan recolectar, analizar y archivar datos sobre el rendimiento y comportamiento de los sistemas durante las horas de máxima demanda (horas pico). Teniendo esta información, los operadores del tráfico pueden mejorar la habilidad para atender incidentes, reconocer condiciones climáticas adversas u otros eventos que causan restricciones de capacidad.

Éstos son algunos ejemplos de ITS:

- ♦ *Sistemas de información avanzada para viajeros.* Envían información directamente a los viajeros, facilitándoles a éstos tomar mejores decisiones sobre rutas o modos alternativos de transporte. Una vez archivada en forma digital, esta información histórica permite a los planifica-

dores urbanos y de transporte conocer todo sobre tendencias de viajes, optimizando así el proceso de planeación.

- ♦ *Sistemas avanzados de administración de tráfico.* Utilizan una variedad de sistemas de detección relativamente económicos, cámaras y sistemas de comunicación para monitorear el comportamiento del tráfico, para optimizar los tiempos de ciclos semafóricos especialmente en las vías arteriales principales, y controlar en general el flujo de tráfico.
- ♦ *Sistemas de detección y manejo de incidentes.* Estos sistemas permiten el suministro de herramientas para los operadores de tráfico con el fin de que puedan dar una respuesta oportuna en caso de incidentes y accidentes, derrames peligrosos y otras emergencias que puedan suceder. Se utilizan sistemas redundantes de comunicación, con seguridad a prueba de fallas, los puntos de recolección de información están enlazados con los de decisión en los centros de operaciones y control, y los portales de información de viajes están integrados con la red de tal manera que se pueda operar de modo eficiente e “inteligente”.

3.2.8.1 Tecnología ITS

El futuro de los ITS es bastante prometedor y ya se están empleando en numerosos países del mundo. Aún no hay un uso masivo en nuestro medio y su implantación será costosa y lenta; de hecho, estas nuevas tecnologías representan una verdadera revolución en la forma como se piensa en las actividades de transporte. Los sistemas inteligentes se usan con el fin de satisfacer las necesidades nacionales que resulten al mismo tiempo económica y ambientalmente eficientes.

Por esto se debe disponer de herramientas tecnológicas para la solución de problemas

de transporte, teniendo en cuenta que cada día aparecen nuevas aplicaciones y técnicas; los mejores ejemplos conocidos de tecnología ITS incluyen entre otros:

- ♦ Sistemas de navegación a bordo.
- ♦ Sistemas de notificación de ocurrencia de accidentes.
- ♦ Sistemas de pago y recaudo electrónico de dinero, como peajes, estacionamientos e impuestos por uso de infraestructura, etc.
- ♦ Sensores o detectores en la vía.
- ♦ Sistemas de control de tráfico por videocámaras.
- ♦ Servicios de información del clima.
- ♦ Señalización y mensajes luminosos variables.
- ♦ Monitoreo o rastreo de flotas de vehículos.
- ♦ Sistemas de básculas dinámicas, pesaje de vehículos en movimiento.

Las compañías automotrices están descubriendo el potencial de la telemática, de modo que se puedan realizar cosas como el diagnóstico del automóvil y detectar fallas a distancia, informar a los usuarios desde la central remota sobre necesidades de servicio de sus autos y muchas otras aplicaciones.

En el futuro, los expertos consideran que será tan normal el uso de la telemática en los vehículos, como lo son hoy día el radio, el CD, los teléfonos celulares preinstalados, equipos de sonido de alta tecnología, la alarma electrónica del vehículo y los sistemas de rastreo y de ayuda en la localización y ubicación precisa de los vehículos.

La visión global y de futuro de los sistemas de telemática incluirá información sobre direcciones y mejores rutas dentro de una ciudad, información meteorológica, de viajes, informes sobre el estado del tránsito en las vías,

imágenes remotas en tiempo real captadas por cámaras de video, disponibilidad de espacios de estacionamiento, informes de llegadas y salidas de vuelos de diferentes aerolíneas, mensajes de voz, correo electrónico, anuncios sobre espectáculos deportivos, sistemas de pago y recaudo automático de peajes sin intervención de tarjetas ni de dinero en efectivo.

Al mismo tiempo, para el control del tránsito, las autoridades contarán con una herramienta invaluable en la detección de excesos de velocidad, infracciones a las normas, cruce de semáforos en luz roja, vehículos de servicio público por fuera de las rutas autorizadas, o camiones de carga por fuera de su itinerario, de manera que puedan activarse alarmas de información que permitan, incluso por seguridad, detener los vehículos. Se dispondrá de información completa sobre la congestión y las demoras, y habrá bases de datos con aforos permanentes de los volúmenes de tránsito, de modo que se hará más precisa su planeación.

Las autoridades de control policivo contarán con sistemas de reconocimiento automático de las placas del automóvil mediante sistemas de detección y reconocimiento o identificación de los vehículos (AVD y AVI), que estarán conectados con grandes bases de datos de registro único vehicular con información sobre propietario, dirección de su domicilio, teléfono e infinidad de datos sobre su comportamiento como conductor.

Estas herramientas serán de gran utilidad para la logística de la distribución física, ligadas con los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para localización de productos, el despacho de carga con restricciones de horarios, alturas, pesos máximos permitidos, y en la selección de rutas óptimas que eviten demoras y minimicen los costos de operación vehicular, disminuyan la contaminación y el consumo innecesario de combustibles.

3.2.8.2 *Objetivos generales de los ITS*

- ♦ Incrementar la eficiencia operacional y la capacidad de los sistemas de transporte.
- ♦ Mejorar la movilidad personal, la conveniencia y el confort del sistema de transporte.
- ♦ Mejorar la seguridad del sistema de transporte en todo el país.
- ♦ Reducir los consumos de energía y los costos ambientales asociados.
- ♦ Aumentar la productividad económica actual y futura de los individuos, organizaciones y de la economía en general.
- ♦ Crear un ambiente en el cual el desarrollo y la implantación de los ITS les permita prosperar en el futuro.

Los anteriores requerimientos especifican un sistema inicial basados en el desarrollo de los ITS. Por esto resultan imprescindibles los aspectos operacionales, que estén organizados para satisfacer las necesidades de los sistemas y programas, de los usuarios, y el desempeño relacionado con habilidades tales como confiabilidad, regularidad, seguridad, trazabilidad, sostenibilidad, entre otros.

3.2.8.3 *Metas específicas*

- ♦ Incrementar la eficiencia operacional y la capacidad de los sistemas de transporte a superficie. De esta manera se reducen la congestión, el suministro oportuno y confiable de información con la cual los viajeros puedan tomar mejores decisiones de viaje, eliminando demoras en el recaudo de peajes y obteniendo una mejor respuesta y coordinación de los semáforos, todo lo cual contribuye sin duda a un aumento en capacidad y en eficiencia, lo mismo que en movilidad y productividad general, al mejor aprovechamiento de

los recursos y a la reducción de los impactos ambientales.

- ♦ Aumentar la movilidad personal, la conveniencia y confort del sistema de transporte hace una mayor contribución hacia ello. Del mismo modo cuando los sistemas de transporte son más convenientes y económicos, los nuevos sistemas de control incrementarán la automatización del transporte público, y será más fácil predecir horarios y frecuencias con mayor precisión y exactitud. Al aumentarse la disponibilidad u oferta de transporte, la información que se les suministre a los viajeros fieles incrementará su fidelidad al modo y facilitará a usuarios bien informados para optar por la mejor decisión en su sistema de transporte elegido.
- ♦ Mejorar la seguridad del sistema de transporte del país. En particular, para combatir los problemas de errores humanos en la operación y conducción de vehículos, reducir las tasas de heridos y víctimas fatales en choques y la ocurrencia de choques simples, mejorar la seguridad total de pasajeros, conductores y todos los usuarios en los modos de transporte, se esperan grandes cambios en la introducción de sistemas avanzados automáticos de control vehicular seguro.
- ♦ Reducir los consumos energéticos y los costos ambientales. Nuestra habilidad para usar energía de manera eficiente y que disminuya los costos ambientales dependerá en gran medida de las tecnologías adoptadas por los programas de ITS.

3.2.8.4 Clasificación y aplicaciones

Los sistemas adaptativos de regulación de los semáforos, creados al comienzo de la década de los ochenta, constituyen una de las primeras formas de ITS. Con posterioridad se han

desarrollado muchas otras aplicaciones, que pueden clasificarse fundamentalmente de esta manera:

- ♦ Sistemas avanzados de gestión del tráfico, entre los que están los siguientes:
 - Vigilancia automática de las condiciones de circulación y detección mediante circuitos cerrados de cámaras de televisión o detectores de inducción magnética conectados con un centro de control de tráfico.
 - Control de las condiciones meteorológicas y del estado de la vía mediante sensores instalados en la misma o en el propio vehículo, que recojan la información y la transmitan a un centro de control a los usuarios.
 - Sistemas adaptativos de regulación de semáforos y señalización variable.
 - Cobro automático de peajes.
- ♦ Sistemas avanzados de información al viajero.
- ♦ Sistemas avanzados de transporte colectivo, entre los que se pueden citar la localización automática de vehículos; la información a los usuarios, en tiempo real, de los tiempos de llegada a las paradas; los sistemas interactivos de control del tráfico, capaces de detectar y dar preferencia a los vehículos de transporte colectivo, y los sistemas de información de las condiciones de tráfico y asistencia a los conductores en la selección de la ruta más conveniente.
- ♦ Operación de flotas de vehículos de transporte, en la que se incluyen los sistemas de pesaje en movimiento, el control y seguimiento automático de la situación de los vehículos de la flota y la automatización de las inspecciones.

- ♦ Sistemas avanzados de transporte interurbano, incluyendo los sistemas de información meteorológica.
- ♦ Sistemas de asistencia a la conducción, entre los que están el control inteligente de la velocidad y los sistemas de prevención de colisiones y de guía automática.
- ♦ Reducir la gravedad y costo de los accidentes y el robo de vehículos.
- ♦ Reducir las emisiones y sobreconsumo de combustibles por congestión.
- ♦ Reducir el ruido en las vías o contaminación auditiva.
- ♦ Disminuir la intrusión en vecindarios tranquilos.
- ♦ Incrementar el intercambio de información de bases de datos sobre accidentes, incidentes y congestión.
- ♦ Aumentar el grado de coordinación e integración entre organismos para la administración, operación e inversiones de la red.

3.2.8.5 Los ITS en Estados Unidos

Estados Unidos ha adoptado una arquitectura o plataforma tecnológica estándar con el fin de hacer compatibles todos los sistemas, la cual incluye los niveles de conceptos en las diferentes etapas, provee una representación que se utiliza para control y para el público en general y los usuarios de la infraestructura de transporte.

Se tiene claramente establecida la definición de la misión de la adaptación de los sistemas ITS en todo el país. La misión general consiste en crear una arquitectura o plataforma tecnológica que facilite la aplicación de las actuales tecnologías para mejorar la experiencia del transporte de personas, y los procesos que se involucran en la movilización de personas y mercancías y los servicios de información a lo largo del país.

La arquitectura de los ITS es el marco de referencia para la interconexión de otros subsistemas que también proveen servicios de información a los ITS y para definir las correspondientes interfaces de compatibilidad en las comunicaciones.

La arquitectura debe ser abierta y suficientemente flexible para prevenir restricciones innecesarias en las alternativas de implantación, y con el fin de satisfacer las necesidades del público y del sector privado. Al mismo tiempo, la arquitectura debe ser suficientemente precisa para asegurar que los diseños de los sistemas de transporte y comunicaciones sean totalmente amigables, compatibles e intercambiables a lo largo del país.

La operación integrada asegurará que un usuario móvil está en condiciones de poder recibir información de viaje o asistencia en caso de emergencias en cualquier parte. La compatibilidad asegura que las diferentes tecnologías no interfieren entre sí.

3.2.8.6 Los ITS aplicados a carreteras

Como ya se mencionó, se denominan sistemas inteligentes de transporte (*Intelligent Transportation Systems*, ITS) las aplicaciones avanzadas de las tecnologías informática, electrónica y de comunicaciones destinadas a mejorar la movilidad, la seguridad y la productividad del transporte, a optimizar la utilización de las infraestructuras existentes, a mejorar la eficiencia del consumo de energía y a minimizar los problemas ambientales.

La recopilación, el tratamiento, la integración y la difusión de datos constituyen el núcleo de los ITS. Tanto si aportan una información instantánea sobre las condiciones de la circulación por una red, o información en línea para la planificación de un viaje, las herramientas ITS permiten a las administraciones, a los operadores y a los usuarios adoptar

decisiones más fundamentadas, mejor coordinadas y más “inteligentes”. La mayor parte de esta tecnología se ha desarrollado para su aplicación en carreteras.

3.2.8.7 Centro de control de tráfico en autopistas y arterias principales

El desarrollo de los sistemas avanzados de gestión del tráfico, destinados a disminuir los efectos de la congestión, ha sido muy rápido desde 1960, cuando se empiezan a implantar en Estados Unidos. Las principales actividades que se desarrollan con el apoyo de estos equipos son la vigilancia de las condiciones de circulación, la coordinación de los dispositivos del control de tráfico, la señalización variable; la regulación de las intensidades en los accesos a las vías de gran capacidad, la gestión de los incidentes, la información a los conductores

de las condiciones de la circulación y la explotación de los carriles reservados o reversibles. Los centros de control de tráfico centralizan y coordinan estas actividades.

En la actualidad existe una amplia gama de equipos y programas capaces de realizar numerosas funciones, siendo responsabilidad del ingeniero de tráfico el organizar su aplicación de modo que se consiga una mejora efectiva de las condiciones de circulación.

Los elementos básicos de un centro de control de tráfico son la sala de operaciones, en la que se instalan los monitores de televisión donde se reciben las imágenes de las cámaras en circuito cerrado y los puestos de trabajo de los operadores del sistema, y la sala de computadores y de sistemas de comunicación, en la que se instalan los equipos necesarios para las funciones del centro (figura 3.15).

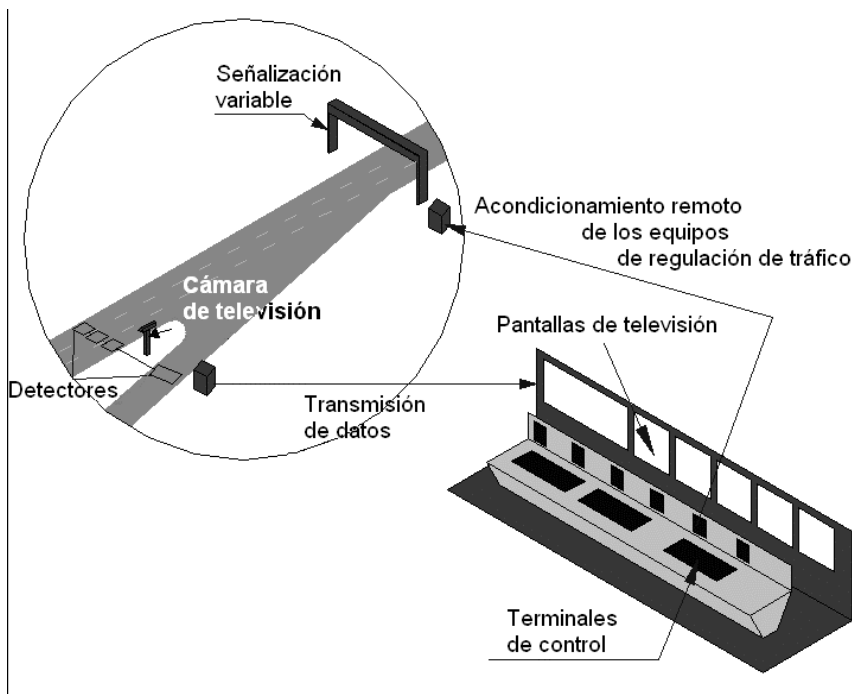


Figura 3.15
Control centralizado del tráfico en vías de alta capacidad.

Fuente:
Elaboración propia.

El funcionamiento de los centros de control de tráfico depende en gran medida de la información obtenida a través de *detectores* y de *circuitos cerrados de televisión*. Hoy en día, además de los tipos de detectores convencionales de lazos de inducción, existen también nuevas tecnologías que permiten medir las características fundamentales del tráfico sin instalar elementos en el pavimento. Se destacan los detectores basados en sistemas de radar, microondas, infrarrojos o ultrasonidos, y los basados en el tratamiento de las imágenes del circuito cerrado de televisión mediante técnicas de visión artificial. También están en funcionamiento sistemas interactivos que descargan información de rutas y congestiones a teléfonos celulares.

Los centros de control pueden recibir también la información captada por los sensores meteorológicos situados en la vía, los cuales miden las condiciones atmosféricas y del pavimento.

Tratamiento de los datos que llegan al centro de control

Los datos captados por los sensores y equipos situados en las vías proporcionan la base de partida para el control y la gestión del tráfico que se realizan desde los centros de control.

Los detectores de lazo de inducción miden continuamente la intensidad y la ocupación de los carriles, que es proporcional a la densidad y la composición del tráfico. Si las estaciones de medida incorporan dos lazos por carril, miden también la velocidad. En esta forma se controlan las tres variables fundamentales del tráfico. La información es transmitida a intervalos muy cortos, generalmente de un minuto, al centro de control.

En los computadores del centro de control se analiza la información y se obtiene una

evaluación automática y continua del nivel de servicio y del grado de congestión de cada tramo de la red.

Esta información se refleja, a través de un código de colores, en los planos representativos de la red controlada por el centro, lo que permite a sus operadores tener en todo instante una imagen de la situación de la circulación en cada tramo; además, se facilita la transmisión de información sobre el estado de la red a los usuarios y la adopción de decisiones de gestión del tráfico.

Aparte de la información de los dispositivos de captación de datos, el centro de control recibe y analiza información de otros centros de control, de los teléfonos móviles de los usuarios, de los postes de auxilio o SOS y de los informes de patrullas y helicópteros de vigilancia. Los operarios del centro disponen de esta información y de las imágenes de las cámaras de televisión puestas en la vía, lo que permite llevar a cabo una vigilancia muy detallada de la circulación y seleccionar las acciones adecuadas a las condiciones de tráfico presentes o esperadas.

El principal objetivo de la vigilancia de la circulación en los centros de control es la detección rápida de los incidentes que se produzcan en la red. Los incidentes son especialmente críticos en las redes en donde hay congestión, ya que, además de los problemas que se derivan directamente de ellos, dan lugar a reducciones de capacidad que agravan las condiciones de la circulación.

La vigilancia por cámaras de televisión en circuito cerrado es, en la mayor parte de los casos, la técnica más rápida para detectar y confirmar incidentes. Una cobertura integral exige situar una cámara cada 1,2 km en promedio, variando esta distancia según el trazado en planta y en alzado. Los enlaces complejos pueden requerir cámaras adicionales para completar la cobertura.

Como procedimiento complementario para detectar incidentes se han desarrollado algoritmos para identificar las condiciones asociadas al suceso de un incidente, partiendo de la información transmitida por los detectores de tráfico. Los algoritmos analizan los valores de la intensidad, velocidad y ocupación, y están programados para detectar los casos en los que los valores de estas variables o sus variaciones no corresponden a las condiciones normales del tráfico. En su calibración se establece un cierto compromiso entre la tasa de detecciones, las falsas alarmas y el tiempo promedio entre el origen del incidente y su detección. Los problemas que se encuentran en la aplicación de los algoritmos se deben en parte a la necesidad de calibrarlos para cada caso concreto, lo que exige realizar una exhaustiva toma de datos y un análisis detallado de los mismos. Por otra parte, tienen la limitación de su incapacidad para detectar incidentes cuando la interferencia en el flujo de tráfico es ligera, como sucede cuando los incidentes se localizan en el andén en momentos en que las intensidades de circulación son bajas.

Gestión de incidentes en el centro de control

Tan pronto se tenga una seguridad razonable de que ha ocurrido un incidente y de cuál es su naturaleza, se activa el mecanismo de respuesta al mismo, que incluye el envío del personal y de los medios necesarios, la comunicación y coordinación entre los responsables de los equipos actuantes y la información a los usuarios. Una respuesta rápida y eficaz resulta de una importancia fundamental, ya que permite reducir la duración del proceso y el tiempo durante el cual la carretera funciona con una capacidad reducida. Para ello es clave que exista un plan de respuesta preestablecido, que defina las medidas que se adoptarán en cada caso.

Se deben establecer las medidas de regulación del tráfico necesarias para optimizar el flujo con la capacidad remanente mientras se realizan las operaciones del plan de respuesta, incluyendo las condiciones en las que deben efectuarse desvíos de tráfico hacia itinerarios alternativos previamente estudiados.

La difusión de las condiciones del tráfico originadas por la ocurrencia de un incidente a través de los sistemas de señalización variable y de los diversos medios de comunicación desempeña un papel importante en la gestión de los incidentes. Los usuarios deben recibir información precisa y concreta sobre la situación de la circulación y las recomendaciones para modificar sus pautas normales de desplazamiento.

Sistemas de señalización variable accionados por el centro de control

Los carteles de señalización variable pueden ser activados manual o automáticamente por un sistema computacional cuando se produce un determinado suceso, o siguiendo un plan horario predefinido. En general, los centros de control funcionan con decisiones adoptadas por el operador, aunque éste suele apoyarse en un catálogo de combinaciones de mensajes preprogramados.

Para poder transmitir al usuario la información adecuada con la antelación suficiente mediante la señalización variable, el centro de control debe realizar tres funciones:

- ◆ Captar los datos.
- ◆ Tratar los datos.
- ◆ Transmitir la información y accionar los paneles.

La captación de los datos es una función básica del centro de control, común para el funcionamiento de los sistemas que integra y que se describió en el apartado anterior. El trata-

miento de los datos se realiza con el apoyo de programas informáticos que integran la información recibida de los detectores y que, mediante un sistema experto, recomiendan el mensaje que debe aparecer en los carteles. El operador responsable de la señalización decide cuáles son los mensajes adecuados a la situación existente y envía las órdenes de accionamiento de los paneles a través del sistema de comunicaciones.

3.2.8.8 Arquitectura de los ITS

Para compilar los factores ya expuestos en capítulos anteriores, es necesario definir una arquitectura o manera de acoplar los factores de la vía, los ambientales y los usuarios, definiendo el papel y la interoperabilidad de tales componentes. Esto se debe realizar por medio de la compatibilidad de los circuitos electrónicos (digital vs. analógico) y un protocolo de transmisión de datos.

Un ejemplo de simple arquitectura se presenta en la figura 3.16, donde se muestran los problemas de los objetivos específicos del transporte, una entrada directa de datos y una manipulación interna de datos, la cual da como resultado un número de productos específicos que forman parte del sistema ITS.

3.2.8.9 Abreviaturas

En la tabla 3.1 se presenta el significado de las abreviaturas más comunes en el uso de los ITS.

3.3 MEDIDAS EN TRANSPORTE PÚBLICO

Con el fin de lograr una mejor movilidad para los usuarios de las vías, es de vital importancia contar con vías suficientes y operadas eficientemente para garantizar velocidades de recorrido adecuadas, así como la movilidad de las personas a través principalmente del trans-

porte público de pasajeros, e incluso de formas no motorizadas. Esto garantiza una mejor calidad del aire y, por tanto, mejor calidad de vida.

El conjunto de acciones orientadas a fortalecer el transporte público ofrecido, promover su mayor integración, organizar y modificar la estructura modal del transporte, mejorar su eficiencia y seguridad y fomentar la educación vial de los ciudadanos, permite lograr mayor fluidez en las vías para el beneficio del transporte público y privado.

La creación de corredores estratégicos de transporte público permite optimizar el uso de la red vial a través del ordenamiento de flujos de tránsito, así como del diseño y la habilitación de los mismos corredores viales. El proyecto de corredores de transporte público busca lograr un mejor equilibrio entre la oferta y la demanda en los corredores seleccionados, así como disminuir los tiempos de recorrido de los usuarios; adicionalmente se reducirán la sobreposición de rutas en las principales vías, los congestionamientos viales y la contaminación asociada a la sobreoferta de vehículos. A través de estos corredores se busca dar prioridad al transporte público de superficie de mediana capacidad en las principales vías, garantizando una velocidad de recorrido estable, independientemente del transporte privado. Los corredores de transporte consisten en la construcción de carriles confinados exclusivos para buses que operan con reglas específicas para su uso, con una programación y control del servicio adecuado al comportamiento y horario de la demanda, y con el equipamiento necesario (coordinación de semáforos y señalización) para asegurar su operación eficiente. Para su operación se requiere, además, la construcción de estaciones de transferencia en los extremos del corredor y de paradas en puntos seleccionados de la vía (estaciones intermedias).

Figura 3.16
Arquitectura de los ITS.

Fuente:
Elaboración propia, basada en el Abstract ITS Architecture.

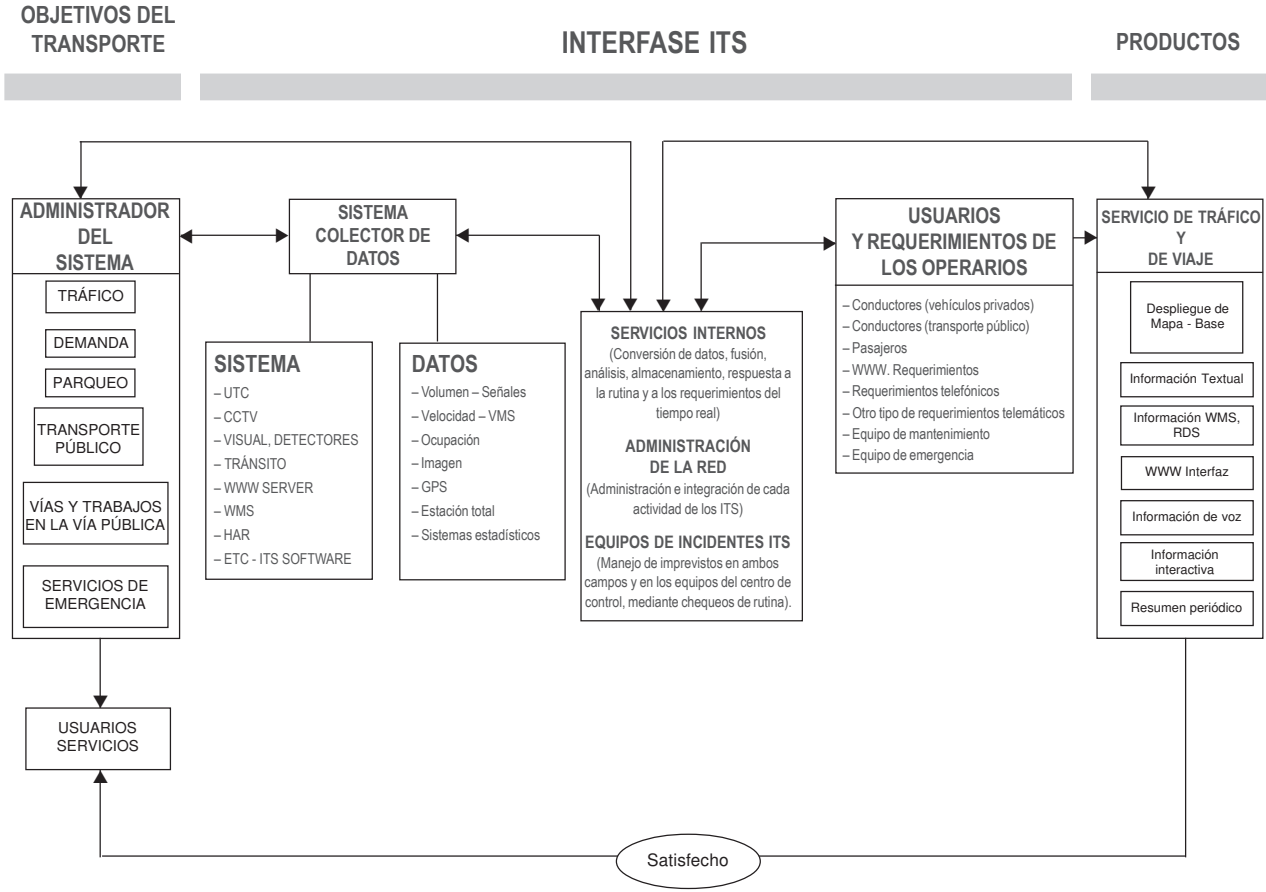


Tabla 3.1
Abreviaturas.

Abreviatura	Significado
AHS	Sistemas Automáticos en Autopistas
APTS	Servicio Avanzado de Transporte Público
ATIS	Servicios de Información Avanzado a Viajeros
ATMS	Servicios de Administración Avanzado de Tráfico
AVL	Localización Automática de Vehículos
CCTV	Circuito Cerrado de Televisión
CVO	Operación Comercial de Vehículos
DAB	Transmisor de Audio Digital
DSRC	Comunicación por Onda Corta
EMS	Servicio de Emergencia Médica
ERP	Contador Electrónico para Carreteras
ETC	Herramientas Electrónicas de Control
GIS	Sistema de Información Geográfica
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
GPWS	Sistema de Alerta de Proximidad de Tierra (aviones)
GSM	Sistema Global de Comunicación Móvil
HAR	Sistema de Consulta por Radio
ICC	Control Inteligente de Velocidad de Crucero
ITS	Sistemas Inteligentes de Transporte
IVRG	Información en Ruta para Vehículos
RDS	Sistema de Datos por Radio
SCATS	Sistema Coordinado Adaptado al Tráfico, Sidney
SCOOT	Herramientas de Optimización (Split, Cycle, Offset)
TCC	Centro de Control de Tráfico
TMC	Centro de Administración del Tráfico
UTC	Control de Tráfico Urbano
VMS	Señales con Mensajes Variables
WIM	En Movimiento
WWW	Worldwide web

Fuente:
Elaboración propia basado en C.S.y Papacostas P.D. Prevedouros.

Junto con las acciones anteriores se implementan medidas orientadas a recobrar la capacidad vial de las principales calles y avenidas, así como a mejorar la conducta de los usuarios, sobre todo en su actitud y forma de conducir. Algunas de ellas son las siguientes:

- ♦ Reubicar lugares de ascenso-descenso de pasajeros.
- ♦ Proporcionar mayor seguridad al peatón.
- ♦ Retirar vendedores de la vía pública.
- ♦ Ejecutar las obras públicas en horarios nocturnos.
- ♦ Suministrar información de los trabajos de obras en las diferentes vías.
- ♦ Lograr la restitución inmediata de las afectaciones por obras.
- ♦ Hacer respetar la normatividad de los estacionamientos.
- ♦ Hacer efectivas las infracciones.

Por otra parte, existen algunas medidas para mejorar el sistema de transporte, que actualmente se realizan en varias ciudades del país, tales como las siguientes.

3.3.1 Sistema de transporte por cable (teleférico)

El teleférico consiste en un conjunto de cabinas de aluminio que viajan a través de un fuerte cable suspendido en el aire. Tienen movimiento gracias a la energía eléctrica, sin causar problemas de contaminación ambiental. En cada cabina caben aproximadamente diez personas. El sistema de transporte por cable facilita la movilización de personas ubicadas en zonas montañosas, en donde se dificulta el ingreso de sistemas de transporte masivo como el metro y los buses articulados, entre otros; adicionalmente, permite la integración con otros modos de transporte.

En la fotografía 3.7 se puede observar el sistema de transporte por cable o Metrocable de la ciudad de Medellín. Este medio de transporte masivo se comenzó a usar en el segundo semestre de 2004, con el fin de mejorar el nivel de vida de los habitantes ubicados en el nororiente de la ciudad, reduciendo los niveles de accidentalidad y congestión manejados hasta entonces.

3.3.2 Sistema metro

Entre los objetivos que se buscan con la implementación de un sistema de transporte masivo como el metro se tienen:

- ♦ Ofrecer una verdadera alternativa al automóvil con los transportes públicos.
- ♦ Obtener un sistema completo de transporte público eficaz, atractivo y competitivo.
- ♦ Organizar una red de sistema de transporte público complementaria con los medios de transporte, y que constituya uno de los principales mecanismos para el desarrollo del área metropolitana.
- ♦ Reducir la congestión del área metropolitana desde el punto de vista del estacionamiento y de la contaminación.
- ♦ Disminuir los tiempos de desplazamientos en el área metropolitana que faciliten la movilidad de la población (organización de los desplazamientos atendiendo a la problemática y condiciones de vida de los ciudadanos).

Una vez implementado el sistema, se encuentran los siguientes beneficios:

- ♦ *Puntualidad y rapidez.* El sistema ofrece garantías de puntualidad a los usuarios, ya que dispone de un itinerario exclusivo que el tráfico no puede interferir en ningún momento.

- ♦ *Unión de las ciudades.* Fomenta el flujo de pasajeros y favorece el desarrollo comercial de las dos áreas.
- ♦ *Reurbanización.* La implantación de este medio de transporte conllevará la mejora urbanística de las zonas aledañas a la línea.
- ♦ *Respeto al medio ambiente.* El uso del metro reduce los niveles de contaminación, ya que al funcionar los vehículos con energía eléctrica, se evita la emisión de gases. También se reduce la contaminación sonora, pues el ruido que produce el metro es inferior al de cualquier medio con motores de combustión interna.
- ♦ *Descongestión del tráfico.* Con el metro se articula un sistema de transporte público integrado que permite descongestionar el tráfico.
- ♦ *Seguridad y comodidad.* Hoy en día, el metro es uno de los medios de transporte más seguros y cómodos. Cada vehículo cuenta con un número de asientos que permite una capacidad adecuada por unidad.

El de Medellín es uno de los metros más modernos del mundo, aunque no está entre los más largos; sin embargo está diseñado, como todos los sistemas de transporte masivo de pasajeros, pensando en futuras líneas, teniendo en cuenta el acelerado crecimiento de las ciu-



Fotografía 3.7

Teleférico de Medellín o Metrocable.

Fuente:
www.metro
medellin.
com.co.

Fotografía 3.8
Metro de Medellín.



Fuente:
www.metro
medellin.
com.co.

dades y de sus áreas metropolitanas. En el futuro, se ha proyectado la habilitación de dos líneas de trenes livianos que tendrán estaciones de transferencia en los extremos de las líneas actuales, donde se podrá continuar el viaje hasta los municipios cercanos; adicionalmente, se conectará la línea del metro con el tren de cercanías. Algunas estaciones cuentan con estacionamientos para bicicletas y motos, y en el futuro se construirán para automóviles, algo que va a facilitar el acceso al sistema de gente que conduce sus vehículos hacia las afueras de la ciudad.

Por ahora, el metro está conectado con los barrios gracias a numerosas líneas de transporte colectivo que tienen paraderos en las estaciones periféricas. Estos lugares son el enlace con los barrios periféricos más densamente poblados del valle y al mismo tiempo son puntos de encuentro, de recreación y comercio.

3.3.3 Reestructuración de rutas de transporte colectivo de pasajeros

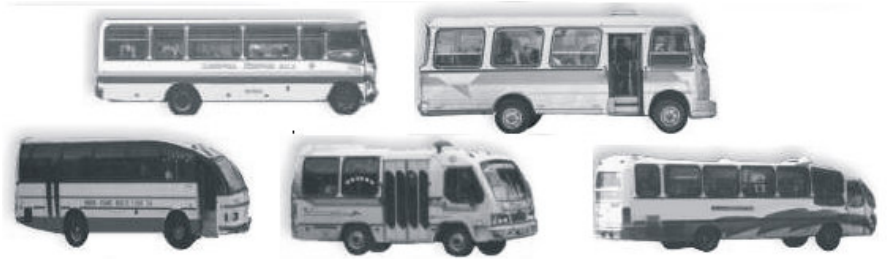
Existen sólidos fundamentos técnicos y empíricos que permiten afirmar que la principal estrategia para desarrollar una ciudad sustentable a largo plazo consiste en proveer un sistema de transporte público moderno y atractivo para la población. Es necesario crear condiciones para que los viajes que se realizan en transporte público no sigan decreciendo en favor del transporte en automóvil, con el fin

de revertir la fuerte tendencia de incremento en el uso del automóvil en horas de alta congestión. De persistir esta tendencia, se agravarán los problemas de congestión en la conocida espiral de deterioro urbano que tantas ciudades han experimentado. Esto plantea un desafío mucho más complejo de lo que la gente puede imaginar, pues significa crear las condiciones para estimular a los actuales usuarios del transporte público para seguir utilizándolo y atraer a los nuevos usuarios, en un contexto de racionalidad y libertad de elección. Ello requiere, por una parte, inducir y mantener una gran motivación en la población, basada en la comprensión del valor actual y futuro de una ciudad sostenible, en el sentido de garantizar un nivel de calidad de vida a pesar de su crecimiento en número de habitantes y en actividad económica. Pero para esto también se requiere un conjunto coherente de proyectos planificados para cumplir con estas metas y una decisión política firme que los desarrolle.

El cambio modal a favor del transporte público aportaría una serie de ventajas sociales importantes, entre las que se incluyen una menor congestión y cantidad de emisiones, la disminución del riesgo de accidentes y mayor ahorro energético. Una de las medidas que permiten mejorar las condiciones de movilidad es crear un sistema integral de transporte público.

Cuando se implementa un sistema de transporte masivo, se hace necesario reorganizar y optimizar el sistema general de transporte público colectivo de las ciudades, debido principalmente a que existe un desplazamiento de aquellos buses que antes circulaban por las vías principales, convertidas ahora en troncales expresas utilizadas por el sistema del solo bus, con el fin de evitar un deterioro significativo del sistema de transporte colectivo de la ciudad.

Al reorganizar un sistema de rutas, se establecen una serie de ventajas y beneficios, como:



Fotografía 3.9
Buses del sistema colectivo de pasajeros.

Fuente:
www.bogota.gov.co

- ♦ Un nuevo esquema que permita optimizar los tiempos de desplazamiento y lograr un cubrimiento con calidad y economía para los usuarios.
- ♦ Articulación de la red de transporte para dar mayor funcionalidad al sistema.
- ♦ Se establece un equilibrio entre la oferta y la demanda del sistema, racionalización que beneficiará a las empresas prestadoras del servicio, ya que se reducirían los costos de operación en la flota y se mejoraría la calidad del servicio.
- ♦ Dentro de la etapa de implementación del sistema de transporte integral se requiere la salida de ciertas rutas que serán sustituidas por el sistema de transporte masivo, lo cual implica una disminución en el número de vehículos del transporte colectivo, para poder controlar la posible sobreoferta vehicular y lograr una modernización de la flota.

Finalmente, es importante realizar el monitoreo permanente del plan de reorganización de las rutas, es decir, seguir el proceso dinámico del crecimiento urbano y adaptar los cambios necesarios en la programación de las nuevas rutas, con el fin de lograr un sistema integral de transporte.

3.3.4 Carriles exclusivos

Al establecer un sistema preferencial para el transporte público, se requiere contar con

normas y criterios que definan claramente las características siguientes:

- ♦ *Tipo de derecho de vía y su separación.* Se refiere al tipo, grado y forma de separación de los carriles de circulación, existiendo tres categorías principales:
 - *Carriles con tránsito mixto.* Son los carriles sin ninguna infraestructura especial.
 - *Carriles preferenciales en el sentido de circulación y contraflujo.* Son carriles laterales de uso exclusivo, con señalización horizontal y sin segregaciones físicas.
 - *Carriles exclusivos para el transporte de superficie.* Son arterias viales separadas físicamente e incluyen segregación física.

3.3.4.1 Carriles exclusivos laterales

Si se establecen carriles adyacentes al andén, se facilitan las acciones de ascenso y descenso en las paradas. Su aplicación es factible cuando:

- ♦ La arteria vial cuenta con dos carriles adicionales para absorber el tránsito general en la misma dirección.
- ♦ Se tiene una frecuencia mínima de 30 unidades por hora por dirección.

- ♦ La capacidad de la vía se mantiene con la suficiencia necesaria en los carriles restantes al darle un uso exclusivo a uno de ellos.
- ♦ No se ve afectado el acceso a los inmuebles circundantes.
- ♦ No se obstruye su funcionamiento por la presencia de mobiliario urbano y reducciones en el ancho del carril, entre otros.

3.3.4.2 Carriles laterales en contraflujo

Se localizan en el extremo izquierdo de la calzada en la dirección normal del viaje (figura 3.18). Con éstos se logra un mayor respeto por parte del conductor.

Su aplicación es factible cuando se presentan las siguientes condiciones generales:

- ♦ Su implantación no afecta seriamente la capacidad de la vía en la dirección del tránsito general.
- ♦ Existen al menos dos carriles adicionales en la vía en que se implantará este sistema.
- ♦ Resulta posible solucionar, reducir o prohibir el acceso y servicio de ascenso o descenso en los inmuebles colindantes.
- ♦ Se tiene una frecuencia mínima de 60 unidades por hora en el sentido del contraflujo durante la HMD.

- ♦ El espaciamiento de semáforos es menor que 150 m.

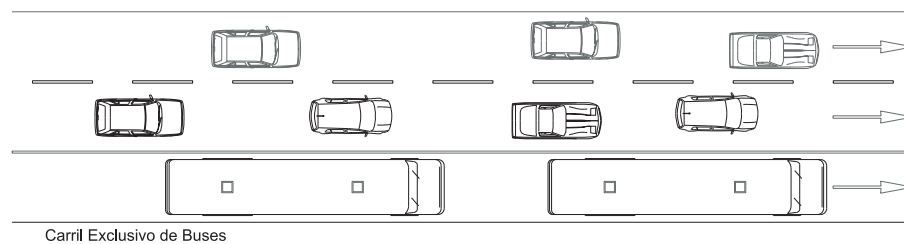
3.3.4.3 Carriles exclusivos centrales

Requieren la eliminación de giros a la izquierda de los buses o un sistema de control basado en semáforos. Permiten una mayor velocidad que los casos anteriores y cuentan generalmente con isletas peatonales para dar seguridad y comodidad a los usuarios en los ascensos y descensos (figura 3.18).

Su aplicación es factible cuando se presentan las siguientes condiciones generales:

- ♦ Se registra una frecuencia mínima de 90 unidades por hora por carril durante la HMD.
- ♦ Se cuenta con separador central para alojar uno o dos carriles sin afectar la imagen urbana.
- ♦ La sección transversal de la vía permite incorporar plataformas para ascenso y descenso de los usuarios. Se recomienda una sección mínima de 18 m para un carril central y 22 m para dos carriles.
- ♦ Se pueden prohibir los giros a la izquierda que presenten un alto grado de conflicto.

Figura 3.17
Carril exclusivo.



Fuente:
Elaboración propia.

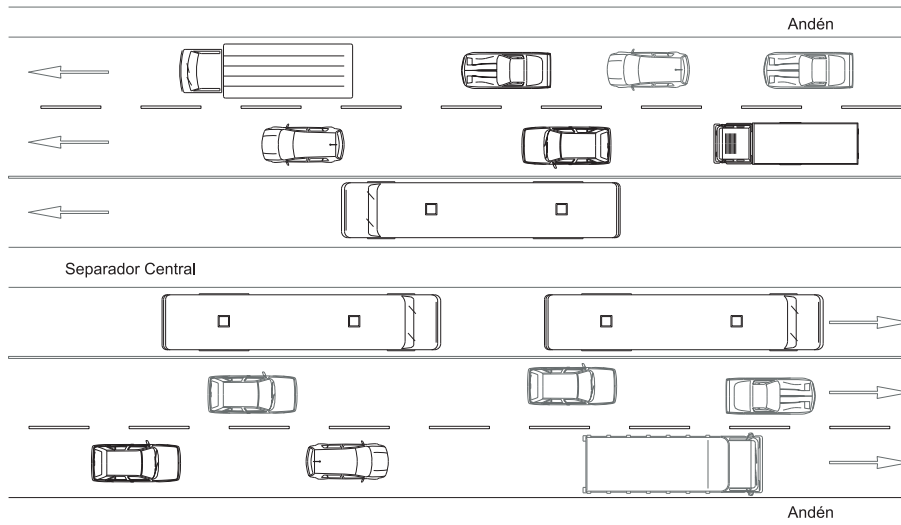


Figura 3.18
Carril exclusivo lateral.

Fuente:
Elaboración propia.

- Las necesidades de acceso a los inmuebles adyacentes permiten descartar la posibilidad de una calzada lateral.

3.3.4.4 Calles exclusivas

Corresponde a la infraestructura que se limita al transporte público y de peatones. Se recomienda en zonas congestionadas para establecer rutas troncales con un servicio de transporte rápido y directo hacia las zonas de mayor densidad.

Su implantación resulta de las condiciones y recomendaciones siguientes:

- Se justifica cuando se tenga un mínimo de 60 vehículos por hora o converjan varias rutas en la misma vía.
- Se deba complementar con arterias viales paralelas que absorban el tránsito desalojado.
- Se deseche arterias viales con demanda importante de estacionamiento.
- Se presenten fuertes volúmenes de transporte sobre arterias viales angostas.

3.3.5 Terminales satélites de pasajeros intermunicipales

El transporte interurbano de pasajeros ha causado tradicionalmente problemas en los centros urbanos, en especial en lo referente a la movilidad en las ciudades, ocasionando congestiones vehiculares por efecto del ascenso y descenso de pasajeros a lo largo de las vías urbanas y por los flujos vehiculares radiales y diametrales generados por la operación dentro de la ciudad.

Las terminales satélites se plantean como servidores de la demanda de los usuarios que están dentro del área de influencia de la terminal principal correspondiente y tienen como destino los servicios que están sobre el corredor donde se localiza dicho centro. De esta manera, tales terminales funcionarán como satélites de la terminal principal, operando como puntos de paso en cada corredor, con la posibilidad de despachar y recibir vehículos en períodos de máxima demanda.

Los requerimientos para la operación de las terminales satélites difieren según sean de

paso o de origen-destino, es decir, a corto, mediano y largo plazo.

- ♦ Las terminales de paso consisten en lugares que permiten la llegada de vehículos para recoger o dejar pasajeros.
- ♦ Las terminales origen - destino son sitios que permiten la llegada y el despacho de vehículos.

Los requerimientos para la operación de las terminales satélites difieren según sean de paso o de origen-destino, es decir, a corto, mediano y largo plazos. Para la operación de las terminales satélites se debe tener en cuenta lo siguiente:

3.3.5.1 Operación a corto plazo

Mediante una operación coordinada entre la terminal central y la satélite, todos los buses despachados por la primera deberán hacer escala en la satélite, como terminal de paso. Así, operarán con un mínimo de administración. Todos los pasajeros deberán tener tiquetes emitidos por las empresas, bien en la central, bien en la satélite, y la coordinación entre las dos debe realizarse al nivel de las reservas de cupo, de la emisión de tiquetes y de despacho de buses. Adicionalmente, en períodos pico, las satélites podrán efectuar algunos despachos independientemente.

A continuación se listan las ventajas y desventajas para cada una de las partes interesadas:

- ♦ Ventajas para pasajeros: pueden tomar el bus en cualquiera de las dos terminales, de acuerdo con su lugar de residencia; pueden reservar y comprar el tiquete para tomar el bus en cualquiera de las terminales; mayores opciones de viaje en períodos pico.
- ♦ Ventajas para empresas: mayores oportunidades de coordinación, mayor control

a los buses, mayor ocupación de los buses.

- ♦ Ventajas para la ciudad: ordenamiento de paraderos, mejor control de tránsito, disminución del tráfico interurbano dentro de la ciudad.
- ♦ Ventajas para terminal central: mayores ingresos, menor requerimiento de área.
- ♦ Desventajas para pasajeros: posible incremento de tarifa por tasa de uso de terminal satélite.
- ♦ Desventajas para empresas: los buses tienen que parar aun cuando sean despachados con cupo lleno de la terminal central, costo adicional por uso de terminal de paso.
- ♦ Desventajas para terminal central: mayores costos administrativos, mayor requerimiento de coordinación.

3.3.5.2 Operación a mediano y largo plazos

A mediano y largo plazos se espera que los despachos independientes de las terminales satélites aumenten de acuerdo con el comportamiento de la demanda, con lo cual se deberán remodelar las instalaciones físicas, adaptando su número y tamaño a la demanda de vehículos y pasajeros en la medida en que aumenten los despachos y recibos independientes de buses, y adicionando oficinas de rodamiento para las empresas y parqueaderos operacionales para los buses en espera de plataforma de ascenso libre (no se podrá realizar aseo ni mantenimiento a los buses), con duraciones máximas de diez minutos (un parqueo operacional por cada plataforma).

A continuación se establecen las ventajas y desventajas para cada una de las partes interesadas:

- ♦ Ventajas para pasajeros: pueden ubicar fácilmente la terminal del corredor de destino, menor congestión.

- ♦ Ventajas para empresas: mayor ocupación de los buses, mayor control a los buses, especialización en rutas.
- ♦ Ventajas para la ciudad: ordenamiento de paraderos, mejor control de tránsito, no hay tráfico interurbano dentro de la ciudad.
- ♦ Ventajas para la terminal: mejor control operativo.
- ♦ Desventajas para pasajeros: menos oportunidades de viaje, largos trayectos para llegar a la terminal respectiva.
- ♦ Desventajas para empresas: división empresarial por rutas.
- ♦ Desventajas para la terminal: descentralización del sistema, subutilización de la terminal central.

Por otro lado, la seguridad vial es además importante cuando se plantea la sostenibilidad ambiental de los vehículos de transporte público. Es un problema que surge por el hecho de circular varios modos por el mismo espacio vial y a diferentes velocidades. Algunos grupos especiales de la población, como los niños, peatones y usuarios de transporte no motorizado, son los más propensos a sufrir accidentes viales. Entre los sistemas para mejorar la seguridad vial se encuentran medidas para atenuar el tráfico en las zonas peatonales y residenciales, las campañas de seguridad vial dirigidas a niños, jóvenes y adultos, y la tecnología de los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT), que advierten a bordo y en tiempo real de las condiciones de tráfico y del peligro de colisión, además de permitir realizar llamadas de emergencia. Las estrategias de gestión de la demanda para restringir el uso del automóvil en las zonas urbanas densas y públicos son una forma indirecta de aumentar la seguridad vial, puesto que el número máximo de muertos y heridos se produce en los accidentes viales provocados por los vehículos privados.

3.3.6 Estaciones de transferencia

Las operaciones de transferencia y transporte llegan a ser necesarias cuando las distancias a los sitios de disposición final se incrementan tanto, que el transporte directo ya no es económicamente factible. En muchos casos las operaciones de transferencia son una parte integral en la gestión del tránsito dentro de una zona urbana.

Los factores que determinan la inclusión de una estación de transferencia dentro de la estrategia de gestión son:

- ♦ Sitios de disposición final relativamente alejados de las rutas de recolección, lo que incrementa el costo de estos servicios.
- ♦ Disposición clandestina debido a distancias excesivas de transporte.
- ♦ Utilización de vehículos de recolección de baja capacidad (generalmente menos de 20 m³).
- ♦ Existencia de zonas de servicio residenciales de baja densidad o pequeñas poblaciones dispersas.
- ♦ Reducción de riesgos del tránsito de vehículos en rutas desde los circuitos de recolección hasta los sitios de disposición final.

3.3.6.1 Tipos de estaciones de transferencia

Según el método utilizado para descargar los vehículos de transporte, se pueden clasificar las estaciones en tres tipos generales:

- ♦ Carga directa.
- ♦ Almacenamiento y carga.
- ♦ Combinadas carga directa y descargacarga.

Los beneficios en la utilización de estaciones de transferencia pueden resumirse en los siguientes puntos:

- ♦ Procurar un eficaz sistema de recolección.
- ♦ Agilizar la recolección de residuos.
- ♦ Evitar mayores inconvenientes del tránsito.
- ♦ Disminuir los costos de transporte.

En todos los casos, las instalaciones que comprenden una estación de transferencia serán las siguientes:

- ♦ Cerco perimetral.
- ♦ Barreras y casilla para el control de los accesos.
- ♦ Rampa de descarga.
- ♦ Andén para alojar los contenedores de transferencia de 28 m² de capacidad, los que de acuerdo con el tipo de estación de transferencia, podrán ser cerrados o abiertos.
- ♦ Sistema de colección de líquidos.
- ♦ Playa de operación y maniobra de los vehículos.

Dependiendo de los casos y las características de la región, se prevé en el proyecto la construcción de las siguientes instalaciones optativas:

- ♦ Prensas estacionarias de residuos.
- ♦ Balanza de control de camiones.
- ♦ Planta de selección / reciclado.
- ♦ Oficinas administrativas.

Estación de transferencia intermodal

Es un lugar de intercambio entre diversos modos de transporte, y además es un centro de generación y atracción de actividades y servicios públicos y privados. Allí confluyen autobuses urbanos e interurbanos, taxis, automóviles, metro, tren ligero, personas con movilidad reducida y peatones.

El objetivo es facilitar el acceso y la integración entre sus distintos sectores. Contribuir a la revitalización del anillo interior de cada

ciudad. Reforzar la integración urbana con la ampliación de la cobertura del sistema de transporte implementado y la conformación de una eficiente red multimodal de infraestructura de transporte que servirá de apoyo a la gestión de transporte en la ciudad. Además, minimizar los tiempos de trasbordo y de espera de pasajeros, facilitar y permitir la sincronización de frecuencias entre los distintos modos de transporte, ahorrar el tiempo de los usuarios y de los operadores de los servicios, incentivar sectores para el desarrollo urbano. Permitir la incorporación de servicios comerciales o públicos para aprovechar los tiempos de espera o de circulación de los pasajeros.

3.3.7 Otras medidas en transporte público

3.3.7.1 Bahías de ascenso

Para establecer las necesidades de una bahía de ascenso, dentro de un proyecto cualquiera, se deben considerar factores tales como:

- ♦ Los tiempos necesarios para recuperarse de variaciones en los horarios preestablecidos en las rutas.
- ♦ Los tiempos de relevo de conductores.
- ♦ Las escalas para cumplir con los horarios programados de salida.
- ♦ Las prácticas de recolección del pago de tarifas.
- ♦ Las configuraciones de las puertas de los buses.
- ♦ Los patrones de llegada de pasajeros y la cantidad de equipaje.
- ♦ Los tiempos de escala y descanso de los conductores.
- ♦ Las llegadas y salidas de los buses, programadas y reales, durante el período de máxima demanda, puesto que en los servicios de buses foráneos existe regularmente un incremento en las salidas du-

rante los períodos vacacionales de mayor demanda.

Los hábitos de manejo y de servicio de las rutas de buses. Una buena práctica de operación es tener como máximo dos rutas diferentes por bahía de ascenso.

Hay que agregar a los tiempos de servicio el tiempo necesario para que los buses entren y salgan de las bahías de ascenso, los tiempos para recuperarse de variaciones en los horarios y el tiempo especificado para el relevo de conductores.

En consecuencia, se deben agregar cinco minutos, o más, a los tiempos calculados para el ascenso y descenso de pasajeros y para el despeje, en el caso de servicios urbanos.

Se recomienda utilizar valores de ocho a diez buses por bahía de ascenso por hora sobre la base de capacidades típicas de los sistemas de transporte urbano y suburbano. En el caso de las capacidades de las bahías de ascenso para buses interurbanos, se recomiendan valores de uno a dos buses por bahía por hora.

3.3.7.2 Aumento de la capacidad transportadora

Las capacidades del sistema de buses y de las paradas se pueden incrementar mediante:

- ♦ El aumento del número de estaciones (o “terminales”) principales en el centro de una ciudad, a lo largo de la vía exclusiva para buses o ruta de buses, con lo que se logra disminuir el tiempo de ascenso y descenso de pasajeros en la parada de mayor demanda.
- ♦ La reducción de los tiempos de ascenso y descenso de pasajeros, a través de la utilización de puertas múltiples en los buses, del pago por anticipado de la tarifa o de la separación selectiva de los flujos de ascenso y descenso.

- ♦ El empleo de buses más grandes (o cuando sea factible de factores de carga más altos) para reducir los tiempos de despeje entre vehículos sucesivos.

3.4 OTRAS MEDIDAS

En este numeral se describirán otras medidas de control del tráfico que no se pueden acomodar dentro de las categorías descritas con anterioridad. Estas medidas están orientadas principalmente a mejorar la seguridad vial en las diferentes tipologías de vías en donde se puedan aplicar.

3.4.1 Dispositivos de contención

Son aquellos elementos instalados en una vía con la finalidad de impedir que un vehículo fuera de control se aleje en exceso de la vía, de manera que se limiten los daños tanto para sus ocupantes como para el resto de los usuarios de la vía y para otras personas u objetos situados en las proximidades.

Los dispositivos de contención se pueden clasificar por su función y por su ubicación, resultando dos grandes grupos: los elementos denominados barreras, o canalizadores, y los elementos de amortiguación de impacto.

3.4.1.1 Elementos tipo barreras

Los dispositivos de contención de vehículos tipo barrera deben cumplir con las siguientes funciones:

- ♦ Modificar con suavidad la trayectoria del vehículo.
- ♦ Mantener al menos una parte de su eficacia después del choque.
- ♦ Detener o anular la componente transversal del movimiento del vehículo, a través de las fuerzas desarrolladas en su contacto con él (deformaciones y rozamientos).
- ♦ Guiar o mantener la trayectoria del vehículo paralela a la barrera tras el cho-

que, sin que retorne a la calzada, donde podría chocar con otros vehículos.

Éstos se clasifican a su vez en dos categorías:

- ♦ *Deformables.* Son las barreras que experimentan deformaciones, permanentes o no, durante el impacto del vehículo, por lo que hay que contar con una distancia suficiente para permitirles sin alcanzar al obstáculo que protegen.
- ♦ *Rígidas.* Son las que en caso de impacto su desplazamiento resulta despreciable, dependiendo de la magnitud de las fuerzas de contacto y de la deformación del vehículo, que a su vez varía según la velocidad y el ángulo de impacto. Si este ángulo es pequeño, las ruedas de los vehículos que entran en contacto con la barrera se montan sobre ella gracias a que presentan un perfil transversal, diseñado para conseguir este efecto.

A continuación se presentan algunos ejemplos de las barreras que se utilizan como dispositivos de seguridad en el borde de la vía.

Defensas tipo riel

Las defensas tipo riel W son las más usadas en las vías. Son barreras semirrígidas, que generalmente tienen una aplicación limitada, debido a que su efectividad depende de los postes a los cuales se aseguran. Si estos postes no están puestos debidamente, pueden causar un enganchamiento o arponamiento en los vehículos. En la figura 3.19 se presenta el detalle de la barrera.

Estas defensas se caracterizan porque la parte terminal del riel debe ir ligeramente hacia atrás. Estos elementos en la parte terminal del riel deben incluir un poste con un anclaje de mayor resistencia para poder redireccionar y desacelerar el vehículo, sin que éste se ancle al riel.

Defensas tipo cable

La barrera tipo cable es un sistema flexible que puede usarse en los bordes de las vías o como barreras medias. Este sistema consiste en tres cables metálicos colocados en postes metálicos, tangentes a la vía o curva de la vía. La terminación de estos elementos se debe rea-

Fotografía 3.10
Defensa tipo riel W
semirrígidas.



Fuente:
Barrier System
Inc.



Fotografía 3.11
Defensa tipo cable.

Fuente:
Elaboración
propia.

lizar con una ligera curvatura hacia adentro, como en el caso de las defensas tipo riel W, y anclar los cables a bloques de concreto, con el fin de mantener la tensión del sistema.

Defensas en concreto

Las defensas en concreto, usadas inicialmente como elementos separadores, en la actualidad se utilizan como elementos de barrera o canalización. Estos sistemas son rígidos y más duros que los sistemas tipo rieles y tipo cable, siendo más severos los impactos con este tipo de barreras. Se caracterizan dos tipos de defensas en concreto:

- ♦ Defensas o barreras con formas en concreto.
- ♦ Defensas o barreras terminales.

Entre las defensas o barreras con formas en concreto se tienen:

- ♦ *Barrera o defensa tipo New Jersey.* Es una barrera prefabricada de concreto, la cual tiene la terminación de New Jersey en dos de sus lados, y puede utilizarse en los separadores de las vías o en uno de

sus lados. En la figura 3.20 se puede apreciar una barrera tipo New Jersey con ambas caras.

- ♦ *Barrera o defensa tipo F.* Esta barrera o defensa se utiliza generalmente en los puentes y tiene la misma forma de la barrera tipo New Jersey, sólo que la cuña es más pequeña; se usa en las aproximaciones a los puentes. Requiere una zona de transición en donde los bordes verticales de la defensa estén en una zona no asociada al tráfico.
- ♦ *Barrera o defensa de cuesta vertical.* Este tipo de barrera puede ser fundida in situ o prefabricada. Es un sistema rígido independiente del sistema constructivo que se utilice. Estas barreras se recomiendan cuando existen desniveles entre calzadas. En la figura 3.21 se presenta el detalle de la defensa.

Entre las defensas o barreras terminales se tienen:

- ♦ *SRT (Slotted Rail Terminal).* Son elementos de absorción de energía que se locali-

Fotografía 3.12
Defensa en
concreto 2.

Fuente:
Elaboración
propia.



zan en la terminal del riel de la barrera o defensa.

- ♦ *Fleat (Flared Energy Absorbing Terminal)*. Son los elementos localizados en la terminal de la barrera, los cuales sirven para absorber energía; la diferencia con los SRT es geométrica, ya que unos son de forma circular y los otros de forma rectangular. Otro aspecto que los hace diferentes es la separación que existe del Fleat al primer poste que se localiza.

Fotografía 3.13
Sistema TAU LI
atenuador de
impacto.

Fuente: Barrier
Systems Inc.



3.4.1.2 Sistemas atenuadores de impacto

Los sistemas atenuadores de impacto se utilizan para proteger zonas u obstáculos contra choques frontales, para los que las barreras de seguridad no resultan adecuadas. Su finalidad es atenuar las consecuencias del choque del vehículo, absorbiendo su energía cinética mediante la deformación del dispositivo. Deben cumplir dos requisitos funcionales específicos: detener el vehículo dentro de la longitud del amortiguador, sin que aquél quede en la calzada, y funcionar igual que una barrera de seguridad en un choque lateral. Los modelos existentes se clasifican en dispositivos telescópicos y conjuntos de bidones. En la fotografía 3.13 se presenta un ejemplo de los sistemas atenuadores de impacto, que a su vez se pueden clasificar en:

Sistemas atenuadores de impacto de instalación permanente

Los sistemas de instalación permanente, como su nombre lo indica, son los que se utilizan únicamente en el sitio de instalación; estos sistemas pueden ser:

- ♦ *Terminal de amortiguación de choque (CAT).* El CAT es un tratamiento que se realiza al final de una barrera o elemento rígido, sólo si está prevista una transición, para instalar el elemento atenuador de impacto. Ésta consiste en un elemento que se monta sobre el inicio de la barrera que separa o diverge los carriles de una vía, el cual sirve para atenuar y proteger a las personas que viajan en los vehículos contra choques directos con los elementos rígidos de separación que se instalan en las vías.
- ♦ *Brakemaster.* Este sistema, al igual que el CAT, se localiza al inicio de las barreras generalmente de concreto. Consiste en un sistema tipo W telescópico, con paneles montados entre los lados internos de los paneles laterales, en el que se utilizan un cable y un freno para atenuar el impacto y redirigir el vehículo.
- ♦ *QuadTrend-350.* Es un tratamiento al principio de las barreras en concreto, que posee las mismas características de los dos anteriores; su diferencia radica en la posibilidad de redirigir los vehículos que golpean la parte lateral del sistema. Sólo se puede usar para un flujo unidireccional.
- ♦ *QuadGard.* Es un tratamiento al inicio de las barreras en concreto y barreras metálicas, que posee las mismas características de los anteriores; su diferencia, al igual que el anterior, radica en la posibilidad de redirigir los vehículos que golpean la parte lateral del sistema. Posee un sistema que reduce la energía cinética que produce un impacto directo, por medio de cajas especialmente diseñadas en la parte interior de los rieles laterales metálicos.
- ♦ *Terminal de energía de impacto reusable (React350).* Es un tratamiento al inicio de las barreras en concreto, generalmente utilizadas en los puntos de divergencias de las vías. El sistema se instala en una base de concreto, sobre la cual los cables que redirigen se encuentran



Fotografía 3.14
Defensa en concreto.

Fuente:
Elaboración propia.

Fotografía 3.15
Sistema de
barreras de inercia
atenuador de
impacto.



Fuente:
Elaboración
propia.

anclados a la cimentación o base de concreto, que a su vez están anclados al frente del sistema y en la parte final del mismo. Cuando el sistema recibe un impacto frontal, los cilindros se contraen y absorben la energía del impacto, recuperando hasta en 80% su forma original, siendo ésta su principal característica. Los impactos laterales son redireccionados por los cables que se encuentran anclados al sistema, lo que garantiza que no se introduzcan en el mismo.

- ♦ **Barreras de inercia.** Es un tratamiento al inicio de las barreras en concreto. Consiste en varias canecas de plástico deformable, rellenas cada una a diferente altura con arena. Este sistema, que reduce el impacto del vehículo contra la barrera, no se debe instalar donde los espacios sean pequeños (figura 3.23).

Sistemas atenuadores de impacto de instalación temporal

Los sistemas atenuadores de impacto temporales se utilizan generalmente en áreas

o zonas de obra, sobre vías principales. Estos elementos mantienen la misma configuración que los de instalación permanente, pues lo único que cambia son las alturas, anchos y deben ser móviles.

- ♦ **Great cz.** Es un tratamiento al inicio de las barreras en concreto. El sistema que se aplica para vías de un solo sentido, consiste en una serie de cartuchos alineados por un cable soportado por una plataforma portátil. Es un sistema móvil, el cual realiza la misma función que cualquier atenuador, reorienta a los vehículos y reduce su velocidad; su limitante es que viene con medidas estándares y sólo funciona para los sitios que tengan las condiciones con las que cuenta el elemento.
- ♦ **Adiem II.** Es un sistema al inicio de las barreras en concreto, que realiza la misma función que el sistema anterior; la diferencia es que disipa la energía de un choque sobre la barrera de concreto a la cual se ancla el sistema.
- ♦ **Neat.** Es un sistema con las mismas características que los anteriores, sólo que



Fotografía 3.16
Terminal abatido central.

Fuente:
Elaboración propia, con base en el libro *Ingeniería de carreteras*, de Carlos Kraemer.

se instala en barreras provisionales o móviles, y se utiliza para vías con velocidades menores a 40 km/h.

3.4.2 Balizamiento

Uno de los sistemas que se están empezando a utilizar en nuestro medio, como elementos de canalización, pero que a su vez tienen un cierto comportamiento de barreras, son las balizas. En ingeniería de vías se denominan balizas los dispositivos instalados con carácter permanente sobre la plataforma o fuera de ella, con el fin de reforzar la guía visual que proporcionan los elementos de la señalización horizontal y vertical, así como para diferenciar las corrientes de circulación. Contribuyen a evitar las vacilaciones y las maniobras equivocadas, facilitando la percepción del trazado de la vía.

A continuación se presentan las principales balizas empleadas en las vías:

- ♦ *Hitos de arista.* Son los que refuerzan la guía visual que proporcionan los bordes de la plataforma, o la presencia de barreras de seguridad.
- ♦ *Balizas cilíndricas.* Son las que subrayan la presencia de una isleta o de una zona en la que no pueden entrar los vehículos.
- ♦ *Hitos de vértice.* Son los que delimitan las narices de las salidas del tronco en las vías.
- ♦ *Captafaros.* Son los que complementan la acción de las marcas viales en los puntos difíciles, como las conexiones, sobre todo cuando llueve. Se pegan al pavimento o se empotran en él.
- ♦ *Paneles direccionales.* Indican el trazado de las curvas, sobre todo si su velocidad específica es mucho menor que la del elemento del trazado inmediatamente anterior.

En la figura 3.24 se presenta un ejemplo de la utilización de las balizas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Schware, Johannes F. & Huarte, José Puy (1975). *Métodos estadísticos en ingeniería de tránsito*. Asociación Mexicana de Caminos, A. C., Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.
- Prinz, Dieter (1986). *Planificación y configuración urbana*. Ediciones Pili, S.A. de C.V.
- Estudio Técnico de Evaluación y Seguimiento a las Medidas de Pico y Placa para Particulares y Transporte Público y "Día sin Carro" (2002). Secretaría de Tránsito y Transporte.
- Papacostas, Constantinos S.R. & Prevedouros, Panos D. (2001). *Transportation Engineering & Planning*, 3rd ed. Prentice Hall.
- Kraemer, Carlos, Pardillo, José M., Rocci, Sandro, Romana, Manuel G., Blanco, Víctor, Ángel del Val, Miguel (2003). *Ingeniería de carreteras*, vol. I, McGraw Hill.
- WSDOT, *Design Manual* (2000). Roadside safety elements.
www.bicibogota.com
www.transitobogota.gov.co
www.porelpaisquequemos.com

Tráfico Calmado

4

CONTENIDO

4.1	CALMAR EL TRÁFICO	4-8
4.1.1	Concepciones de tráfico calmado	4-9
4.1.2	Beneficios en la reducción de velocidad	4-9
4.1.3	Oportunidades de calmar el tráfico	4-10
4.2	RAZONES DEL TRÁFICO CALMADO	4-11
4.2.1	Protección del peatón	4-11
4.2.2	Incentivar el uso de la bicicleta	4-12
4.2.3	Transformación del sistema de transporte colectivo	4-12
4.2.4	Restricción en estacionamientos	4-12
4.2.5	Restricción en la circulación	4-13
4.2.6	Restricción en la velocidad	4-14
4.3	PACIFICACIÓN DE LA VELOCIDAD	4-14
4.3.1	Clasificación vial	4-15
4.3.2	Señalización	4-15
4.4	IMPLANTACIÓN	4-16
4.4.1	Identificación del problema	4-16
4.4.2	Realización de un diagnóstico	4-16
4.4.3	Definir objetivos	4-17
4.4.4	Vincular la pacificación del tránsito a las políticas locales	4-17
4.4.5	Estrategias de inversión	4-17
4.4.6	Proceso de evaluación y seguimiento	4-18
4.4.7	Redactar los proyectos	4-18
4.4.8	Gestionar las actuaciones	4-18
4.5	ESTRUCTURAS DE PACIFICACIÓN DEL TRÁFICO	4-18
4.5.1	Tratamiento de la superficie y señalización vial	4-18
4.5.2	Resaltos	4-19
4.5.3	Cojines	4-32
4.5.4	Fosa o cavidad	4-32
4.5.5	Intersecciones realizadas	4-33
4.5.6	Estrechamientos	4-33
4.5.7	Garganta	4-33
4.5.8	Las chicanas o zigzag	4-33
4.5.9	Estrechamiento	4-33
4.5.10	Puerta, portal o compuerta	4-33
4.5.11	Miniglorietas o minirotondas	4-34

4.6	TRÁFICO CALMADO MEJORANDO LA MOVILIDAD PEATONAL	4-41
4.6.1	Zonas peatonales	4-41
4.6.2	Cruces peatonales	4-42
4.6.3	Pasos peatonales a desnivel	4-46
4.6.4	Pompeyanos	4-48
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4-51

FIGURAS

Figura 4.1	Áreas vibratoras.	20
Figura 4.2	Franjas vibratoras.	21
Figura 4.3	Resalto típico.	21
Figura 4.4	Señalización vertical recomendada para resaltos.	26
Figura 4.5	Resalto parabólico típico.	27
Figura 4.6	Resalto con cima plana.	27
Figura 4.7	Relación entre espaciamiento de resaltos y las velocidades alcanzadas.	28
Figura 4.8	Número y ubicación de los resaltos.	29
Figura 4.9	Tratamiento a los extremos del resalto.	31
Figura 4.10	Consideraciones en la construcción del resalto.	32
Figura 4.11	Esquema de ubicación de cojines.	34
Figura 4.12	Fosa o cavidad vial.	34
Figura 4.13	Intersección realzada.	35
Figura 4.14	Tipos de estrechamientos de calzada.	36
Figura 4.15	Garganta.	37
Figura 4.16	Chicanas o zigzag.	37
Figura 4.17	Estrechamiento diagonal.	38
Figura 4.18	Proyecto de miniglorieta.	39
Figura 4.19	Refugio peatonal.	39
Figura 4.20	Cruce con cuatro brazos y cuatro pares.	40
Figura 4.21	Semáforo peatonal en tramo de vía.	45
Figura 4.22	Variación de las demoras promedio según volumen principal.	49
Figura 4.23	Caso pompeyano en vía secundaria, intersección en "T".	50

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 4.1	Tratamiento de la superficie	19
Fotografía 4.2	Franjas vibratoras	20
Fotografía 4.3	Cojines	33
Fotografía 4.4	Puerta, portal o compuerta	38
Fotografía 4.5	Refugio peatonal	40
Fotografía 4.6	Cruce peatonal en una intersección semaforizada, con tratamiento texturizado diferencial	43
Fotografía 4.7	Semáforo actuado peatonal. Avenida Boyacá con avenida Iberia	44
Fotografía 4.8	Pompeyano sobre la carrera 17 por calle 85	48

TABLAS

Tabla 4.1	Separación estimada de resaltos para alcanzar reducción promedio de velocidad después de su instalación.	4-30
Tabla 4.2	Análisis de sensibilidad para un semáforo peatonal en un tramo vial.	4-45
Tabla 4.3	Análisis de sensibilidad de pompeyanos para un volumen en la vía principal de 500 veh./h sin tránsito peatonal.	4-49
Tabla 4.4.	Volumen máximo en la vía secundaria para instalación de pompeyanos.	4-50

El tránsito calmado es una práctica que se ha venido implementando en los países desarrollados, aun cuando sus habitantes son muy respetuosos de las normas de circulación. En algunas naciones europeas se ha incorporado esta técnica a través del diseño del espacio público. Los programas de tránsito calmado deben formar parte del plan general de transporte y el medio ambiente.

En el presente capítulo se encontrarán algunas técnicas de tránsito calmado, las cuales sirven de guía para poder desarrollar el tema en nuestro medio e intentar incorporar estos elementos, que integran componentes de urbanismo y seguridad vial.

La pacificación del tránsito vehicular tiene dos objetivos principales: la reducción en el número y gravedad de los accidentes de tránsito y el mejoramiento del medio ambiente local para las personas que viven, trabajan o visitan alguna zona, lo que implica en ciertos casos la disminución del flujo de tránsito y, desde luego, la reducción de la velocidad vehicular.

Hoy en día, para pacificar o calmar el tránsito se utiliza una serie de medidas y técnicas, cuyo objeto es cambiar la percepción por

parte del conductor del área en la cual circula y además forzarlo a conducir de acuerdo con las circunstancias que se le imponen.

Por medio del tránsito calmado, numerosas vías le indican al conductor que son principalmente para el uso del residente o el visitante, y que la función de circulación vehicular es secundaria, es decir, el intruso en cierta manera es el vehículo. Los elementos físicos utilizados por el sistema de tránsito calmado obligan al conductor a reducir la velocidad y además restringen el área de circulación.

Los métodos físicos de regulación del tránsito, en especial aquellos que obligan físicamente al vehículo a modificar su trayectoria y velocidad, son los más empleados en la pacificación del tránsito. Por eso, sobre todo en las zonas urbanas, el tránsito calmado está comúnmente asociado a los cambios horizontales y verticales del alineamiento o trazado vial¹.

Calmar el tráfico es apaciguarlo, tranquilizarlo, disminuir la agitación y el ruido que produce. Se trata de aliviar las molestias producidas por éste y de moderar la violencia con la que se expresa; por ello también se denomina “pacificación” del tránsito.

1. *La pacificación del tránsito o tránsito calmado* (2001). Gloria Lucía Muñoz Uribe & Rodrigo Salazar Pineda. Medellín: Secretaría de Transporte y Tránsito de Medellín, Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Fondo de Prevención Vial Nacional, noviembre.

En palabras simples, calmar el tráfico motorizado consiste en reducir su volumen y su velocidad hasta hacerlo más civilizado y compatible con el resto de funciones y actividades sociales que se desarrollan en los espacios públicos de las calles dedicados a la convivencia. El problema se debe atacar desde sus raíces, es decir, en los factores culturales y económicos que estimulan la movilidad y la velocidad.

4.1 CALMAR EL TRÁFICO

A causa del crecimiento desmedido del parque automotor en los últimos años, surgió la idea de tratar de solucionar la congestión vehicular por medio de medidas diferentes de la expansión de la red vial, ya que este crecimiento continuo estimulaba a su vez el crecimiento del parque. Por tal razón, las primeras fórmulas para la moderación del tráfico se pueden encontrar en los años veinte en Estados Unidos, donde el rápido crecimiento vehicular fue acompañado de un rápido crecimiento en la congestión.

Las soluciones basadas en el proceso de expansión de la infraestructura vial eran cada vez más costosas para las ciudades y las administraciones se dieron cuenta de que este tipo de soluciones resultaban insuficientes y en muchos casos inadecuadas y contraproducentes. Por este motivo, muchos gobiernos orientaron su gestión del tránsito hacia las restricciones a la circulación motorizada.

De esta manera, en los años sesenta, en las grandes ciudades europeas se empezaron a utilizar diversas modalidades de restricción del tráfico particular, especialmente por medio del control de los estacionamientos. La preocupación por los incrementos del tráfico era un tema central en las discusiones en las zonas urbanas de esos años. En el Reino Unido, en el año de 1960, se realizó un estudio del desarrollo a largo plazo del tráfico motorizado en las zonas urbanas y sus posibles efectos sobre

ellas, ya que el tráfico se consideraba “una amenaza a la forma física de las ciudades tal como nosotros las conocemos ahora” (Sanz Alduán, 1998). Según el documento “Calmar el tráfico”, dentro de las conclusiones de ese estudio, conocido como Informe Buchanan, se hace referencia a la necesidad de que los planes de transporte incluyan ciertas medidas que influyan sobre el uso del automóvil, citando expresamente la restricción de acceso a ciertas áreas urbanas, el cobro por el uso de las vías, el control de estacionamientos y los subsidios al transporte colectivo.

A partir de este momento se fue extendiendo la idea de que no era posible brindar el espacio necesario que el crecimiento normal del tránsito demandaba. En 1975, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (Oede) llevó a cabo un seminario denominado “Mejores ciudades con menos tráfico”, donde la moderación del tráfico concebida como tal daba sus primeros pasos en el proceso de aceptación internacional. Este seminario se centró especialmente en problemas locales de congestión, mejora de la calidad ambiental y ahorro energético.

Posteriormente, en los años ochenta, la seguridad vial sirvió como eje de la moderación del tráfico en multitud de proyectos, y aparecen conceptos como la calidad de vida, el medio ambiente o la movilidad sostenible. No se debe olvidar que el tráfico calmado puede integrarse de una manera más general y de la mano con la renovación urbana, esto es, que la rehabilitación de edificios y construcciones esté unida a la rehabilitación del espacio público proporcionado por la moderación del tráfico.

Independientemente de cualquier argumento que sirva para calmar el tráfico, las diferencias entre los planteamientos de hace 20 o más años con los actuales se basan principalmente en dos elementos. El primero es la importancia que se da a la restricción del nú-

mero de vehículos y el segundo es la velocidad de éstos, variable que se ha mostrado cada vez con mayor claridad como clave en la habitabilidad del espacio urbano que han de compartir peatones, ciclistas y automóviles.

4.1.1 Concepciones de tráfico calmado

Según Sanz Alduán, existen dos maneras diferentes de calmar el tráfico. La primera hace referencia a una restricción parcial, la cual limita las velocidades excesivas en áreas urbanas y no comprende ni hace referencia alguna, al modelo de tránsito que origina el problema de circulación.

La otra interpretación tiene que ver con una restricción global o total, en donde se habla no sólo de restringir la velocidad, sino también del número de vehículos circulantes. Esta interpretación necesariamente hace referencia a una política de transporte que, además de restringir la velocidad como un elemento imprescindible, trata de restringir el número de vehículos que circulan por las calles y así incentivar el transporte público o modos alternativos, como el peatonal y las ciclorrutas. Esta interpretación es la que Bogotá ha tomado desde hace cerca de una década.

La idea de una restricción parcial aplicada en una calle o zona en particular puede convertir las vías alternas, a causa del tráfico desviado, en focos de grandes congestiones. Por esta razón, en los últimos años se ha venido imponiendo la segunda concepción, tanto desde el punto de vista de la teoría, como desde la práctica.

En definitiva, la concepción global del tránsito calmado es la que se pretende desarrollar en el presente documento, la cual va de la mano de medidas tanto en infraestructura como en legislación.

4.1.2 Beneficios en la reducción de velocidad

Es claro que la reducción en el número de vehículos soluciona en parte el conjunto de conflictos sociales, económicos y ambientales de una zona urbana, pero generalmente no son tan evidentes la importancia y el significado de la reducción de la velocidad de circulación, no sólo en lo referente a las consecuencias sociales del tráfico, sino también a la estructura urbana.

En lugares donde todavía prevalece el diseño vial con objetivos de maximizar flujos y velocidades, se puede encontrar que la mayoría de usuarios rechazan los controles de velocidad o simplemente no los obedecen, razones que aumentan la accidentalidad. En estos lugares se cree erróneamente que al aumentar la velocidad, necesariamente disminuyen los tiempos de recorrido, o por el contrario, que al disminuir la velocidad, aumenta la congestión.

Supuestamente, la reducción de la velocidad disminuye el espacio disponible para cruces o posibles adelantamientos de vehículos. Sin embargo, estos conceptos son propios de la teoría de flujo vehicular continuo, mientras que en las ciudades es claro que debido a las intersecciones e interacciones con otros modos, como los peatones o ciclistas, se presenta un flujo vehicular discontinuo.

De esta manera, hay que recordar que los modelos utilizados en vías netamente urbanas muestran cómo la capacidad máxima se obtiene con velocidades de operación entre 30 y 60 km/h, alcanzando su punto máximo aproximadamente a los 45 km/h. Por estas razones, por ejemplo en Europa, las limitaciones de velocidad se han generalizado en cerca de 15 km/h en las zonas que se han conocido como zonas de coexistencia de tráficos o en “áreas 30^{ms}”, en donde no se afecta la capacidad de la red.

2. Zonas con velocidad máxima permitida de 30 km/h.

Como el impacto sobre la capacidad vial no es significativo, sí lo es sobre la calidad de vida de las ciudades, en donde las repercusiones derivadas de la reducción de velocidades de operación son importantes. La disminución de los riesgos de accidentalidad, que conlleva la reducción de la velocidad, se reflejan en el resurgimiento de muchas otras actividades urbanas que pueden presentarse en la calle (pasar, conversar, jugar), lo que genera un sentimiento de igualdad entre los ciudadanos.

Las reducciones de velocidad definitivamente disminuyen el riesgo de accidentes, ya que a mayor velocidad, los sucesos que ocurren cerca de los lados del vehículo, como pueden ser peatones que desean cruzar la calle o niños jugando en los andenes, pasan más inadvertidos. Por otro lado, si la velocidad es más alta, mayor es la capacidad de hacer daño y aumenta la gravedad de los accidentes. Según el texto de Sanz Alduán, la seguridad de los peatones depende en un altísimo grado de la velocidad del vehículo: “Una velocidad de 50 km/h incrementa el riesgo de muerte casi ocho veces en comparación con la de 30 km/h y 2,6 veces en comparación con la de 40 km/h”.

La velocidad es también un factor importante en el consumo de combustibles de los vehículos, en sus emisiones contaminantes y en el ruido producido. Sin embargo, en una zona urbana, la reducción de velocidad no se traduce tan directamente en la disminución de estos factores tanto como en el aumento de la seguridad vial.

Las restricciones de velocidad suelen producir entre los conductores un apaciguamiento en su forma de conducción, ya que no se dispondrá de mucho espacio de maniobra para realizar sobrepasos, cruces y alcanzar velocidades mayores. Si se desean implantar políticas que, además de aumentar la seguridad vial, reduzcan de una manera significativa la emisión de partículas contaminantes, el ahorro de

energía y la mitigación de ruidos, es necesario restringir el número de vehículos circulantes, más que calmar el tráfico.

Para finalizar, la reducción del número y velocidad vehicular tiene una potencialidad inmensa para cambiar el aspecto de una ciudad y hacerla más amable; sólo basta con ver el caso de Bogotá. Por tanto, la aplicación de medidas de este tipo que coordinen y balanceen las dos clases de reducciones parece ofrecer argumentos sólidos que permitirán mitigar los impactos que causan a la ciudad los problemas ambientales y sociales asociados con el tráfico.

4.1.3 Oportunidades de calmar el tráfico

Hasta hace algunos años, Bogotá dirigía sus esfuerzos en pos de solucionar el gran caos vehicular en aumentar la red vial de la ciudad de un modo desordenado y sin planeación del tránsito y transporte, o por lo menos sin una planeación efectiva. Sin embargo, desde hace unos pocos años esa visión tuvo un cambio radical: se volcó hacia los ciudadanos y dejó a un lado el vehículo particular como eje de desarrollo.

En contra de esta transformación se llegó a afirmar en su momento que la ciudad tenía otras prioridades diferentes de construir andenes y plazas, ya que existían problemas sociales y de pobreza mucho más importantes. O lo que es peor, que la ciudad no había alcanzado aún un desarrollo tal para preocuparse por la calidad ambiental y urbanística.

Por otro lado, la gran concentración a ciertas horas del día de vehículos circulando o estacionados en la vía refuerza la necesidad de actuar en la dirección de mitigar estos impactos y de crear un reparto más equitativo de la calle y el espacio público.

Un último factor que tiene un gran peso en la moderación y pacificación del tránsito es la cultura ciudadana, mediante la cual se le enseñe al ciudadano el uso de la calle como es-

pacio de convivencia y de comunicación. Todo esto contribuye a abrir espacios para la gente en los barrios, hacer cómoda la estancia al aire libre, fomentar los desarrollos peatonales y disminuir el impacto visual de los vehículos circulando. Estos son, entre otros, algunos de los resultados que ofrece la pacificación del tránsito.

4.2 RAZONES DEL TRÁFICO CALMADO

A continuación se exponen brevemente algunas de las razones por las cuales es conveniente tomar medidas en el sentido de la pacificación del tránsito. Como se verá más adelante, la mayor parte de estas razones –si no todas– ya son una constante en la operación del tráfico en la ciudad de Bogotá. De esta manera, lo único que falta es avanzar en la implementación y educación de la gente en esta área de la ingeniería de tránsito, en donde están más que comprobados sus beneficios, como por ejemplo el aumento de la seguridad vial y la devolución de la calle a los ciudadanos.

4.2.1 Protección del peatón

Desde el punto de vista de la circulación, las calles y zonas peatonales no deben asociarse necesariamente a un cambio de política y en la planificación del transporte a favor del peatón y de la pacificación global del tráfico. Especialmente desde los inicios de la creación de este tipo de infraestructuras, éstas formaron parte de una transformación de los centros urbanos apoyada fundamentalmente en la creación de anillos y otras vías de acceso para el tránsito automotor y en la construcción de parqueaderos.

En términos generales se puede decir que el carácter aislado de las medidas de peatonalización ligadas al comercio, sus efectos sobre los usos del suelo y su asociación a incrementos de la accesibilidad motorizada se traduje-

ron en la disuasión de los desplazamientos a pie hacia las propias áreas transformadas, lo que va en sentido contrario a las ventajas que los peatones adquirirían en ellas.

La conveniencia de las zonas peatonales en la pacificación del tránsito se debe más que a sus resultados en la reducción general de la circulación vehicular, a la contundencia con que se muestran sus efectos beneficiosos de la supresión del automóvil en ciertas circunstancias. Por otro lado, debe pensarse en las calles y zonas peatonales como espacios no necesariamente comerciales ni céntricos, los que rescatan del estacionamiento indiscriminado o circulación de vehículos.

En definitiva, este tipo de infraestructura es un mundo de ejemplos útiles en el cambio cultural necesario que requiere y suscita la pacificación del tránsito dentro de una zona urbana, ya que permite redescubrir las calles y parques como espacios públicos para esa riqueza de facetas que constituye la vida cotidiana. Los espacios públicos sin la presencia de automóviles, lejos de ser el desastre anunciado por algunos, se constituyen en espacios de libertad. Las zonas peatonales son, aun con sus defectos y contradicciones, un estudio pedagógico y psicológico para la pacificación del tráfico.

De toda esta búsqueda, surge un nuevo concepto de vía peatonal la cual está conformada por un conjunto de diferentes tipos de vías, con mayor o menor protección y atractivo para el peatón en cada una de ellas y articuladas con distintos dispositivos para la mezcla y el cruce con otros modos de transporte.

La protección del peatón a partir de este concepto apunta directamente a la pacificación del tráfico, pues por un lado favorece el paso de viajes motorizados a viajes peatonales y, por otro, tiende a reducir la velocidad de los vehículos, ya que la comodidad y la seguridad de las vías y cruces que constituyen el diseño de instalaciones peatonales así lo exigen.

4.2.2 Incentivar el uso de la bicicleta

En la evolución de la bicicleta en la política y planificación del transporte urbano puede hablarse de varios períodos. Los cambios en los hábitos y conductas de la población son procesos que requieren ciertas condiciones para su éxito. Por una parte, es necesario que la propia ciudadanía observe la necesidad del cambio como solución a un problema planteado o, simplemente, como mejora y superación de una situación previa. Por otra parte, es necesario también que las instituciones públicas participen de la urgencia de este cambio y pongan en marcha las condiciones materiales que posibiliten, de hecho, el mismo, así como las condiciones culturales sin las cuales es imposible el asentamiento de las nuevas conductas, más allá del impacto limitado de las campañas de comunicación específicas creadas al efecto.

Bogotá empezó esta transformación desde hace ya algunos años, al construir la red de ciclorrutas más extensa de Latinoamérica. Sin embargo, tras los primeros años de implantación de esta red de transporte, la evaluación de los logros obtenidos mostró algunos lados no tan convenientes. En particular, se comprobó que no todos los proyectos se traducían en incrementos significativos del número de ciclistas o que la accidentalidad de estos sufría leves aumentos. Buena parte de éstos resultados no tan positivos se debe a la falta de articulación y conexión de algunos corredores, a su regular estado de señalización y a la falta de obediencia de las señales de tránsito por parte de los usuarios. Sin embargo, la percepción del común de la gente en general es que la red de ciclorrutas presta un servicio invaluable a la comunidad.

En ocasiones, este apoyo a la bicicleta y a un desarrollo de una adecuada infraestructura significó un cambio fundamental en las con-

diciones de circulación de los ciclistas habituales, o también una migración hacia este modo de transporte por parte de un sector de la población.

Para finalizar, el reconocimiento institucional de la bicicleta como uno más de los modos de transporte urbano viene a consolidarse en paralelo a la madurez de las actuaciones que se promueven. Madurez que confirma la idea de que el estímulo del uso de la bicicleta cobra su pleno sentido común como contribución a la pacificación del tránsito.

4.2.3 Transformación del sistema de transporte colectivo

Cuando se menciona la posibilidad de pacificar el tráfico, en particular en vehículos privados, suele reclamarse la implantación de medios alternativos que los sustituyan en las mejores condiciones de movilidad, comodidad, precio y rapidez. Para los recorridos de media y gran longitud el transporte colectivo o masivo es la respuesta más cercana a esa demanda. De hecho, se podría afirmar que existe una correlación entre disponibilidad de transporte público y tasa de motorización, es decir, que a mayor oferta de transporte colectivo de estas características, corresponde un menor uso del automóvil privado. Este hecho se puede ver en Bogotá, y aunque no existen cifras consolidadas al respecto, el sistema Transmilenio logró avanzar mucho en este campo, aunque ya se empieza a ver que llega al máximo de su capacidad.

4.2.4 Restricción en estacionamientos

De la mano de las medidas que incentivan el uso alternativo del vehículo particular, como el peatón, la bicicleta y el transporte público, las grandes congestiones vehiculares existentes dieron origen a medidas destinadas a re-

ducir el atractivo de usar el vehículo privado a través de restricciones en el estacionamiento y en la circulación.

La restricción de estacionamientos se generalizó mucho antes que la de circulación, tal vez porque es más fácil controlar vehículos parqueados que en movimiento. A finales de los años sesenta las restricciones de estacionamiento en la vía pública constituyen un instrumento perfectamente establecido y probado de limitación del tráfico, utilizado en la mayor parte de las ciudades de países industrializados.

Desde sus orígenes los sistemas de control de estacionamiento buscan discriminar, mediante el mecanismo de tarifa o mediante regulación normativa, a cierto tipo de usuarios con el fin de obtener objetivos diversos: disminuir algunas modalidades de estacionamiento (de larga duración, por ejemplo), disuadir a determinados usuarios (no residentes) o evitar el parqueo en ciertas zonas específicas.

Como todas las medidas de pacificación del tráfico ubicadas en zonas delimitadas, estas restricciones suelen derivar conflictos hacia las áreas aledañas, hacia donde “escapan” quienes pretenden eludir la regulación o el incremento de la tarifa de parqueo. Este efecto de borde evidentemente resta validez a la pacificación del tráfico generada en el punto considerado. Para que la política de restricción de estacionamientos sea plenamente compatible con la pacificación global del tránsito, es necesario que la capacidad disuasoria de la medida se refiera al viaje motorizado como tal y no al origen o destino de los desplazamientos.

Este factor disuasorio es temido bastante por los comerciantes, quienes argumentan con frecuencia que el estacionamiento es extremadamente importante para sus negocios. En realidad, el gran problema de fondo de la restricción de estacionamientos es su cumplimiento, su capacidad de generar una práctica

y una cultura ciudadana suficientemente respetuosa con las medidas. Para conseguir que las regulaciones se cumplan, se han instituido infinidad de mecanismos en cada país, según sus distintas legislaciones; a las multas se añadieron grúas y cepos, por ejemplo, pero la clave sobre la solidez y permanencia de la medida reside en la aceptación del trasfondo de la pacificación del tránsito.

4.2.5 Restricción en la circulación

Al partir de la concepción de que la calle es parte del entorno urbano, surge la pregunta de rigor: ¿por qué los vehículos tienen el derecho de utilizarla a su antojo, acosar los pasos peatonales y dictar su comportamiento a su medida? Un tipo particular de reglas asociadas a la adaptación del automóvil a la ciudad es aquel que limita su uso en espacios, tiempos y situaciones particulares. Se trata a menudo de restricciones orientadas a categorías particulares de usuarios (residentes vs. no residentes), de vehículos (pasajeros vs. mercancías) o de usos (limitaciones en horas pico), aunque pueden implantarse otras medidas en ciertas zonas específicas de la ciudad.

Otra modalidad de restricción de la circulación es el peaje. Aun cuando este dispositivo es ampliamente conocido en carreteras, el peaje con vocación al control de tráfico es relativamente reciente, pues data de algo más de treinta años. En principio la idea era discriminar algunos usuarios frente a los que se consideraban prioritarios, pero posteriormente se ha estudiado como método directo de la restricción de la circulación. Aunque estos peajes se han tratado de implementar varias veces, su puesta en práctica se ha producido en muy pocas ocasiones, seguramente por razones políticas ya que un peaje urbano tiene una muy baja popularidad y es rechazado rotundamente por las comunidades; es más, en nuestro

medio no existe un peaje de estas características. Por otro lado, desde el punto de vista social, el cobro por congestión es el mejor ejemplo de redistribución del ingreso que puede encontrarse.

Desde el punto de vista que hace referencia a la complejidad, costo y aceptación pública del sistema de control, es crucial comprobar, por ejemplo, que las medidas restrictivas no suponen desviar el tráfico de unos puntos a otros de la ciudad, realimentando el proceso de expansión urbana y de creación de necesidades de desplazamiento motorizado. Por otro lado, hay que comprobar también que las reducciones del número de vehículos en circulación no se traduzcan en velocidades de operación incompatibles con la vida urbana. El caso más conocido y ya aceptado por la comunidad en nuestro medio es la medida de “pico y placa” en Bogotá.

4.2.6 Restricción en la velocidad

Desde su más temprana aparición en las ciudades, el automóvil ha estado asociado a las limitaciones de la velocidad. Se interpretaba y se interpreta que la ausencia de dichas normas haría del automóvil un elemento peligroso e incompatible con la vida urbana que se desarrolla al margen de la circulación motorizada.

Durante décadas, los criterios de circulación consiguieron imponerse sobre los de urbanismo, elevando poco a poco los límites establecidos en la circulación urbana en todos los países. Sin embargo, este enfoque ha venido cambiando paulatinamente y se están reajustando a la baja las velocidades de circulación urbana y de diseñar las calles para que se cumpla con los límites establecidos. Uno de los cinco elementos en que se basó la política del Reino Unido en el año 2000 para reducir los accidentes de tránsito en una tercera parte es “introducir medidas de ingeniería para moderar la velocidad del tráfico”.

En la búsqueda de soluciones más extensas, flexibles y menos costosas, muchos países europeos dieron origen a las denominadas calles o áreas 30, es decir, calles o zonas donde se limita la velocidad a 30 km/h y se fuerza su cumplimiento mediante un diseño apropiado.

En sus inicios, las áreas 30 se incluyeron dentro de algunos barrios donde la limitación de la velocidad dependía exclusivamente de señalización. Pero en la actualidad, ante los bajos rendimientos de esta opción, se reserva el concepto para zonas en que además de una señalización adecuada, se apliquen medidas de diseño vial.

Por otro lado, si las áreas 30 pueden interpretarse como la evolución de las prácticas desarrolladas con la coexistencia de tráfico, con las áreas ambientales y con las limitaciones de velocidad, la amortiguación del tráfico en las vías principales puede considerarse la descendencia del desarrollo de las zonas y calles peatonales.

En efecto, las herramientas para la pacificación del tráfico en vías de considerables volúmenes vehiculares se basan en la mejora de las condiciones de desplazamiento de los medios de transporte ambientales más benignos, lo que hace suponer una nueva distribución del espacio a favor de estos últimos.

4.3 PACIFICACIÓN DE LA VELOCIDAD

Los dispositivos que limitan internamente la velocidad y la potencia al acceder el vehículo a determinadas áreas urbanas empiezan a ser contemplados como alternativas a otros tipos de control. Sin embargo, las técnicas más empleadas son las que modifican el diseño de la vía con el fin de que el conductor adapte su comportamiento al entorno que soporta la vía y en particular, que desarrolle velocidades adecuadas al conjunto de funciones y cualidades de las calles por las que circula.

Los conductores determinan su velocidad sobre todo como respuesta a la percepción de distintos elementos que constituyen el entorno de la vía en un sentido amplio: funciones y actividades callejeras principales, características del tránsito, geometría de la vía, pavimento, regulación y señalización del tráfico, entre otros. Todo esto se relaciona con el nivel de riesgo asumido por cada individuo, que sólo se modifica a largo plazo y por la percepción de riesgo que se percibe del entorno.

4.3.1 Clasificación vial

Desde hace mucho tiempo el uso de la clasificación vial ha estado frecuentemente asociado al objetivo declarado de reducir los daños del tráfico, mediante su concentración en unas cuantas vías en las que teóricamente se podrían controlar mejor que en una malla dispersa.

Sin embargo, existen indicios de que este objetivo no se verifica en la práctica de un modo tan evidente. En las vías principales, en las que se concentran grandes flujos vehiculares, reside y realiza sus actividades una considerable parte de la población, hasta el punto de que muchas veces es dudoso que las ganancias en las vías locales compensen las pérdidas en las principales. Al mismo tiempo, la aparición de vías de tráfico muy denso, permanente y peligroso induce otros efectos indeseables como la ruptura de la continuidad urbana, que a su vez desestimula los viajes a pie o en bicicleta.

El efecto de la clasificación de la red vial sirve como instrumento para acotar las medidas en la pacificación del tráfico en zonas aisladas de la ciudad, es decir, para aplicar una concepción parcial de la pacificación del tráfico, pero sirve también como mecanismo de adecuación de las diferentes medidas propias de la pacificación global del tráfico.

Tradicionalmente, el parámetro principal de clasificación vial ha sido la capacidad. Sin

embargo, el nuevo énfasis puesto en la velocidad del tráfico, como determinante de varias consecuencias ambientales y sociales del mismo, ha conducido a nuevas clasificaciones dentro de las vías urbanas en las que al parámetro de capacidad se añade el de velocidad.

Un instrumento esencial para planificar la clasificación de la red vial es el establecimiento de los sentidos de circulación y de las posibilidades de giro, lo cual determina el mayor o menor grado de cada corredor urbano. La práctica de la pacificación del tráfico en espacios aislados ha estado basada precisamente en el uso de los sentidos de circulación para disuadir el tráfico de paso y, con él, las demandas más fuertes de capacidad y velocidad.

Se pueden sintetizar en cuatro los sistemas de moderación del tráfico en áreas acotadas de la ciudad en los que interviene la gestión de los sentidos de circulación.

- ♦ *Control de borde.* Diversos tipos de barreras y prohibiciones impiden la entrada de vehículos, salvo en unos pocos lugares.
- ♦ *Control interior.* Diversos tipos de barreras y diagonales, instalados en el interior del área, disuaden o expulsan el tráfico de paso.
- ♦ *Control por sentidos.* El ordenamiento de los sentidos de circulación penaliza los tráficos de paso.
- ♦ *Control mixto.* A través de la implantación de dispositivos de control en los accesos y en el interior y mediante el adecuado ordenamiento de los sentidos de circulación, el tráfico de paso es expulsado y la red vial únicamente atrae tráfico local.

4.3.2 Señalización

Existe unanimidad en la apreciación de que la señalización vertical y horizontal por sí sola es insuficiente para lograr determinados

objetivos de reducción de la velocidad. Son el entorno y las características de la vía los que determinan en última instancia la percepción del riesgo por parte de los conductores y, en consecuencia, su comportamiento en relación con la velocidad o aceleración. En ese sentido, la señalización convencional, basada en marcas viales y señales verticales de una tipología normalizada, debe completarse con un tratamiento semiótico del diseño vial, orientado a indicar la restricción de la velocidad. De estos elementos se destacan las texturas, el color y las figuras sobre el pavimento.

En cualquier caso, la señalización es útil como advertencia de la proximidad de las medidas de tráfico calmado. El preaviso derivado de la señalización asegura que los conductores no se sorprendan al alcanzar las medidas reductoras de velocidad.

Otro método muy empleado para el preaviso de la restricción de velocidades es el de las franjas de color pintadas transversalmente al sentido de la marcha, con interdistancias que se reducen progresivamente (de espaciamiento logarítmico).

La semaforización, que puede incluirse dentro del sistema de señalización, también cumple un papel relevante en la reducción de la velocidad de circulación. De la misma manera, los programas y métodos de sincronización semafórica centralizada, pensados inicialmente para aumentar la capacidad de las vías, pueden emplearse para el mismo objetivo. Cuando el ritmo de inicio de la fase verde se calcula para asegurar una velocidad continua en una vía semaforizada se crea la denominada “ola verde”, que podría aplicarse a velocidades reducidas.

4.4 IMPLANTACIÓN

Seguramente la información enunciada a continuación tenga el valor de servir de recor-

datorio o guía de los pasos que hay que seguir en un plan de pacificación del tránsito, o incluso en la realización de un proyecto aislado de moderación de la circulación.

4.4.1 Identificación del problema

El tránsito calmado exige un cambio de punto de vista en la interpretación de los conflictos del tránsito. La visión tradicional debe sustituirse por un enfoque más integral y cuidadoso con las necesidades de los distintos medios de transporte y, en particular, los no motorizados.

Recorrer el espacio urbano desde la perspectiva del peatón o ciclista es un ejercicio esclarecedor del modo en que la gestión y el diseño vial convencional ajustan la calle a los intereses de la circulación motorizada. Desde los andenes y ciclorrutas es más fácil comprender la multifuncionalidad de las calles e identificar como problema la especialización de circulación a la que se han visto sometidas muchas de estas vías.

Aplicando los criterios de ingeniería ecológica de tráfico, los conflictos ambientales y sociales de la circulación salen a relucir, algunos de ellos con un aspecto completamente nuevo. Así por ejemplo, junto al problema de riesgo de accidente, asociado generalmente al tráfico, emerge ahora el problema de peligro, determinante de los comportamientos de todos los usuarios de la calle. Junto a los datos de flujos vehiculares y especificaciones de las vías hace falta obtener información acerca del ruido o contaminación atmosférica. Junto a las necesidades de estacionamiento hay que investigar ahora los requerimientos de la visita o el motivo de viaje.

4.4.2 Realización de un diagnóstico

Sin duda alguna, repensar los problemas del tránsito conduce a establecer un diagnós-

tico distinto del que tradicionalmente se venía ofreciendo. El sesgo a favor de la movilización motorizada y de sus problemas para aumentar el número y la velocidad de los desplazamientos es sustituido por un nuevo énfasis en la accesibilidad no motorizada, en el modo de acceder a los lugares caminando, en bicicleta o en transporte colectivo.

Un diagnóstico de la ingeniería ecológica del tráfico es entonces una descripción de las causas que generan los desplazamientos, de los flujos vehiculares y peatonales y de la relación con la capacidad física de las infraestructuras; pero a su vez es también una descripción de la capacidad ambiental de las calles, de las emisiones contaminantes y el ruido, del peligro, de la autonomía de los distintos grupos sociales para desplazarse o de la facilidad de comunicación y convivencia asociada al espacio público.

4.4.3 Definir objetivos

Obviamente, debe deducirse un diagnóstico diferente y así plantearse objetivos distintos. El enfoque de la moderación del tráfico aquí sugerido conduce a modificar drásticamente las prioridades en la gestión y diseño de la vía, estableciéndose objetivos ambientales y sociales, además de los netamente funcionales. Entre estos últimos han de fijarse propósitos para todos los medios de transporte y no solamente para los motorizados.

4.4.4 Vincular la pacificación del tránsito a las políticas locales

El inconveniente de realizar un plan o un proyecto de tránsito calmado sin coherencia con otros planes de las políticas locales es su pérdida de verosimilitud y eficacia. Verosimilitud en cuanto a que la falta de unión con la política y la planificación global de la ciudad

pueden conducir fácilmente a la contradicción de los objetivos y propuestas. Y eficacia en la medida en que existen múltiples campos de la actividad urbana que ofrecen oportunidades muy valiosas para la aplicación simultánea de la pacificación del tránsito.

El planeamiento urbanístico es quizás el principal punto de encuentro de la pacificación del tránsito con otros proyectos en el área urbana, pero no hay que olvidar otras muchas ocasiones en las que la gestión de los gobiernos se puede cruzar con la pacificación del tránsito. Por ejemplo, los programas de salud pueden incluir la restricción de la circulación y la mejora de la accesibilidad peatonal a los centros de sanidad. Los programas de educación pueden hacer otro tanto con el entorno urbano de los centros escolares. La renovación de las redes de alcantarillado o suministro puede servir para modificar el diseño de las vías a favor de la pacificación del tránsito.

4.4.5 Estrategias de inversión

La vinculación de la pacificación del tránsito a la política local conlleva el establecimiento de una estrategia global en el tiempo y en el espacio, capaz de ser comprendida y apoyada más allá del corto plazo y pensada con mayor alcance que el proporcionado por un solo proyecto estrella en un punto de la ciudad.

Esta estrategia ha de caracterizarse por la amplitud de las medidas y por su presentación positiva. Hace falta también definir el ámbito de la intervención, teniendo en cuenta las limitaciones de las actuaciones aisladas para pacificar el tráfico global.

La estrategia se articula igualmente en las fases de aplicación de las actuaciones, teniendo que interconectar el proceso técnico de desarrollo de las propuestas con el proceso político y social de discusión de alternativas y selección de una de ellas.

4.4.6 Proceso de evaluación y seguimiento

Una fase que no puede faltar en cualquier estrategia de pacificación del tránsito rigurosa es la valoración y seguimiento de los resultados obtenidos, comparándolos con los objetivos perseguidos, con el fin de contar a posterioridad con suficientes elementos de juicio en los cuales basarse para repetir o modificar la actuación en otro lugar o circunstancia. Este aspecto, menos trivial de lo que suele suponerse, puede requerir un período prolongado de tiempo y un amplio ámbito de análisis, pues algunos de los efectos se hacen sentir a largo plazo y en espacios no necesariamente próximos a las actuaciones.

4.4.7 Redactar los proyectos

Es necesario desechar la idea de que la pacificación del tránsito es el producto de unas pocas actuaciones espectaculares. Por el contrario, las exigencias de globalidad y amplitud de instrumentos y ámbitos de intervención exigen, junto a los proyectos intensivos, el tratamiento extensivo, paulatino y discreto de la red vial urbana.

Se requiere por tanto un equilibrio entre los proyectos más visibles, los cuales fortalecen las alianzas favorables a la pacificación del tráfico, y los proyectos cotidianos. Estos últimos proyectos son los que forman parte de la actividad diaria de los gobiernos y que deben orientarse hacia la restricción de la circulación, a través de los cimientos normativos y técnicos oportunos y del control político y administrativo correspondiente.

Así mismo, hay que desechar la idea de que los proyectos sobre el espacio urbano son procesos mecánicos, al final de los cuales se obtiene automáticamente un resultado perfecto. La complejidad de las variables e intereses en juego, la unión del conflicto a actitudes y

comportamientos individuales y la importancia de los aspectos culturales y de mentalidad, niegan la existencia de un único proyecto “científicamente” correcto.

4.4.8 Gestionar las actuaciones

En el mismo sentido, las novedades que introduce la pacificación del tránsito obligan a gestionar con gran cuidado las actuaciones, ya que es ese el cuidado que permite mantener los apoyos y reducir los rechazos. Cumplir las fechas de ejecución, verificar las expectativas creadas y reaccionar con flexibilidad a las demandas y novedades que surjan son algunas de las fórmulas útiles para conseguirlo.

4.5 ESTRUCTURAS DE PACIFICACIÓN DEL TRÁFICO

Existen algunas medidas de pacificación del tráfico, las cuales buscan señalar claramente los factores de riesgo asociados a las velocidades superiores a las deseadas, y con ello modificar el comportamiento de los conductores. A continuación se realizará una breve descripción de las medidas más conocidas utilizadas para reducir la velocidad de circulación de los vehículos y proteger a los peatones y, eventualmente, a los ciclistas.

4.5.1 Tratamiento de la superficie y señalización vial

Consiste en tener tramos de calzadas con diferente textura o color y en ocasiones, con adoquines; a veces se puede usar como complemento la señalización vertical y horizontal.

Las franjas transversales reductoras de velocidad advierten al conductor de la necesidad de disminuir la velocidad. Estas franjas pueden ser pintadas sobre el pavimento, produciendo sobre el conductor un impacto psicológico para que reduzca la velocidad, o un grupo de estas franjas pueden producir un efec-

to vibratorio de alerta al conductor para que aminore la velocidad³. También pueden ser dispositivos de concreto armado corrugado, a nivel del suelo, tipo tabla de lavandera, que causan trepidación y ruido, transmitiendo eventualmente a los ocupantes de los vehículos una pequeña molestia cuando sobrepasan la velocidad máxima permitida. Su función es inducir a los conductores a reducir la velocidad y reforzar la señalización para advertir de la existencia de algún peligro u obstáculo (fotografía 4.1). Al mismo tiempo que producen la vibración, la cual se transmite al volante del vehículo, causa un ruido que instintivamente el conductor trata de amenguar. Estos elementos también se pueden denominar sonorizadores.

4.5.2 Resaltos

Actualmente, como resultado de una planeación urbana deficiente y del aumento del parque automotor, unido al valor de la tierra y a los altos costos de construcción, existen problemas de tránsito en calles residenciales que, pese a tener características de calles locales, se han convertido en vías colectoras. Esto conduce a que en este tipo de vías puedan existir altos volúmenes vehiculares, velocidades mayores que las permitidas, mayor probabilidad de ocurrencia de accidentes, utilización de las

vías por vehículos pesados o rutas de buses, ruidos y contaminación, impactos en el uso del suelo, deterioro en la apariencia y el deseo de mantener las propiedades en buenas condiciones, ocasionando una falta de identidad.

Como respuesta a la problemática anterior han surgido los resaltos, cuya función específica es reducir la velocidad del tránsito, debido a la actitud de algunos conductores de no respetar la reglamentación de la velocidad máxima permitida aun cuando el Código de Tránsito en su capítulo VI, “Conducción de vehículos”, artículo 138, indica que los conductores deberán disminuir la velocidad cuando las señales de tránsito así lo ordenen.

La siguiente sección está basada principalmente en el reporte llamado *Principios para el diseño y la aplicación de los resaltos*, editado por el Instituto de Ingenieros del Transporte (1997, pp. 1-27), en la que se describen la función, características y lugares donde pueden usarse los resaltos. En nuestro medio son conocidos de manera popular y bastante gráfica como “policía acostado”.

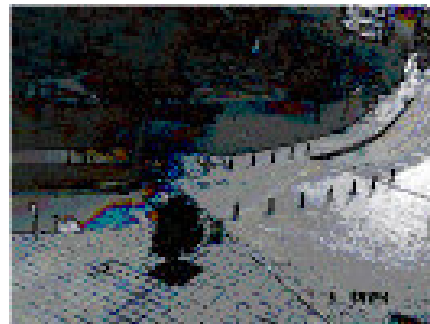
4.5.2.1 Definición

El resalto es un área elevada en la superficie del pavimento de una calle, colocada transversalmente a la circulación vehicular. Por lo general tiene una altura máxima de 7 a

Fotografía 4.1
Tratamiento de la superficie.



Fuente:
Elaboración propia.



10 cm y un ancho en su superficie de 3,50 m. En la figura 4.5 se muestra un resalto parabólico típico.

4.5.2.2 Investigaciones previas, experiencia y conclusiones

Los resaltos tuvieron su origen en el Laboratorio de Investigaciones de Vías y Transporte (TRL, por su sigla en inglés), de Gran Bretaña a principios de los años setenta, donde se desarrolló el resalto de forma parabólica construido en material asfáltico. En Australia se ha desarrollado otro tipo de resalto, llamado “de cima plana”, probado por el Comité de Investigación Australiano de Vías (ARRB, por su sigla en inglés). Éste utiliza material asfáltico para las rampas y adoquín para pavimento en su parte alta. Los primeros tienden a deformarse con el uso y los segundos pueden aumentar la cantidad de ruido de los vehículos y el mantenimiento. Estos últimos son conocidos en nuestro medio como pompeyanos.

A continuación se resumen los resultados de las investigaciones y pruebas sobre resaltos:

- ♦ Con los resaltos sucesivos espaciados adecuadamente, la velocidad de los vehículos disminuye. Las velocidades de los vehículos más rápidos se reducen, así como las de los autos que circulan a velocidades moderadas. La distribución de la velocidad generalmente se estrecha, teniendo su mayor efecto en velocidades más altas.
- ♦ Para reducir las velocidades en todo un tramo de calle se necesitan generalmente una serie de resaltos, ya que uno solo actuará como un punto de control de velocidad.
- ♦ Una calle con resaltos a menudo hace que el tránsito se desvíe a otras calles, especialmente en aquellas situaciones en las que un número significativo de vehículos



Fotografía 4.2
Franjas vibratoras.

Fuente:
Elaboración propia.

la usan como atajo, desviación o salida de una vía arterial o colector congestionada. También se presenta una reducción de volúmenes debido al número y espaciamiento de los resaltos y la disponibilidad de rutas alternas.

- ♦ Las modificaciones a la velocidad y al volumen causadas por los resaltos tienden a permanecer constantes con el tiempo.
- ♦ Cuando los resaltos son diseñados e instalados en lugares apropiados, no representan una amenaza para la seguridad del tránsito. De hecho, la experiencia de ac-

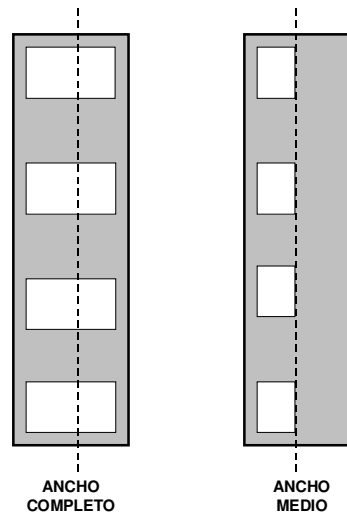
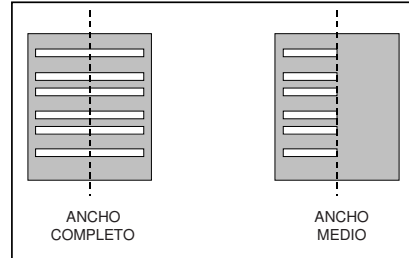
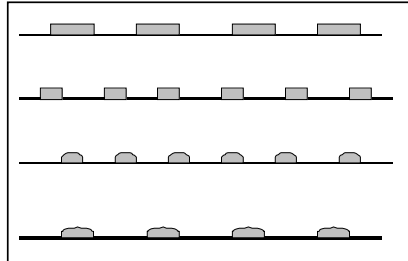


Figura 4.1
Áreas vibratoras.

Fuente:
La pacificación del tránsito calmado (2001), Gloria Lucía Muñoz Uribe y Rodrigo Salazar Pineda, noviembre, p. 36.

Figura 4.2
Franjas vibradoras.

Fuente:
Pacificación del tránsito calmado (2001), Gloria Lucía Muñoz Uribe y Rodrigo Salazar Pineda, noviembre, p. 37.

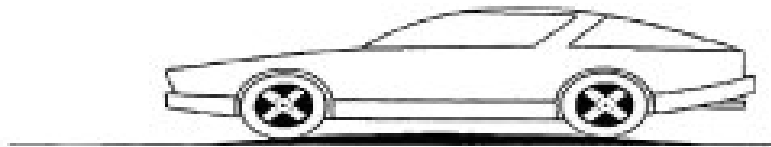


cidentes permanece estable o disminuye debido a que los volúmenes y velocidades se reducen, mejorando la seguridad de una calle en particular o una zona residencial.

- ♦ Es esencial una adecuada demarcación y señalización de cada resalto instalado, para prevenir su presencia a los usuarios de la calle y guiar a los conductores a tomar las acciones correspondientes.
- ♦ La necesidad de reducir las velocidades por medio de los resaltos tiende a producir un impacto negativo en la calidad del aire y en el consumo de energía, suponiendo que los volúmenes de tránsito permanecen constantes. Por comparación, este impacto es menor que los efectos de la instalación de una señal de pare.
- ♦ Los vehículos pesados, los buses y los vehículos de emergencia pueden pasar en forma segura por los resaltos, siempre y cuando circulen a velocidades relativamente bajas; de lo contrario, experimentarán sacudidas bruscas en el vehículo y en la carga, e incomodidad o lesiones a sus ocupantes. Los resaltos se han utilizado para impedir a los vehículos pesados usar ciertas calles en particular.
- ♦ Normalmente, la mayoría de los residentes de las calles locales apoyan la instalación de resaltos y aprueban su uso continuo.
- ♦ La construcción de los resaltos no siempre es una medida aceptada; en ocasiones se ha presentado la necesidad de removerlos o modificarlos. Los factores más importantes que han contribuido a su remoción son:
 - La insatisfacción de los residentes por el diseño de resaltos suaves (opuesto a un resalto más drástico), el cual no motiva a los conductores a frenar sus vehículos o a reducir el volumen vehicular a un nivel deseado.

Figura 4.3
Resalto típico.

Fuente: *Traffic Engineering Council Speed Humps (ITE), Guidelines for the Design and Application of Speed Humps (Washington D.C.: ITE, 1997, p.1).*



RESALTO (SPEED HUMP)

- Decisiones políticas locales en favor de las necesidades de la circulación del tránsito que están sobre los intereses en la calidad de vida de los residentes.
- La desviación no deseada del tránsito a otras calles residenciales.
- Por la estética de los resaltos, las demarcaciones y señales relativas.
- Incremento del nivel del ruido en el resalto, causado por la sacudida del vehículo y la aceleración y desaceleración.
- Impactos en las funciones de mantenimiento de las calles.
- Preocupación por el impacto ante una adecuada respuesta de los vehículos de emergencia.
- Dificultades relacionadas con la obligación que se genera por causa de los reclamos por lesiones y daños.
- Financiamiento inadecuado en los costos de mantenimiento inicial o continuo del resalto y sus dispositivos de control complementarios.

La amplia investigación y la utilización de los resaltos en Gran Bretaña, Australia, Estados Unidos y otros países indican que el uso de un sistema apropiado de resaltos instalados adecuadamente, con un análisis de ingeniería propio, puede ser una medida útil para regir las velocidades del tránsito en las calles residenciales locales. Se ha encontrado que, en general, los resaltos reducen la velocidad, los volúmenes y los accidentes de tránsito, dependiendo de las circunstancias específicas del sitio y de la instalación. Además, también desalientan el tránsito directo para usar la calle local como ruta alternativa de los sistemas arteriales y colectores congestionados. A pesar de las dificultades relacionadas con la obligación que se genera a causa de los reclamos por lesiones y daños y los impactos a los vehí-

culos de emergencia, éstas no han ocurrido, o han sido insignificantes al considerar los aspectos positivos de estos elementos.

Los resaltos no resuelven todos los problemas de tránsito en las calles residenciales y deben utilizarse solamente donde un sano juicio técnico justifique su aplicación. Deben considerarse, y posiblemente probarse, otros dispositivos y técnicas para determinar si formas menos restrictivas del manejo del tránsito residencial pueden resolver dichos problemas.

Los resaltos no deben considerarse la única opción o parte de una buena planeación residencial o un diseño de calles, ni tampoco deben utilizarse para convertir las calles en lugares de juegos o para alentar las actividades peatonales en las vías.

4.5.2.3 Medidas de velocidad

La media de velocidades tomada por el TRL se sitúa entre 10 y 15 mill/h (16 a 24 km/h), para un gran promedio de 12,8 mill/h (20,5 km/h), aunque se detectaron velocidades de aproximación inferiores a 16 mill/h (26 km/h). Con base en esta información, en las instalaciones ya existentes en Bogotá podrán efectuarse mediciones particulares de velocidades y aforos vehiculares para calibrar los principales parámetros locales que se encuentren para futuros diseños de este tipo de dispositivos.

Al instalar estos dispositivos, se reduce la media y el percentil 85% de las velocidades en un promedio de alrededor de 16 km/h. El estudio del TRL arrojó reducciones en 20 mill/h (32 km/h) y el percentil 85 para 40 km/h).

4.5.2.4 Pendientes

La principal preocupación con instalar este tipo de cruces en tramos con pendiente es el hecho de que los vehículos pesados pueden encontrar una pendiente adicional en donde tienen que detenerse y pueden no contar con la

potencia suficiente para superar el obstáculo. Se sugieren en estos casos rampas de entrada de hasta 1:15 y rampas de salida de 1:10 a 1:13.

Los resaltos cortos producen menos incomodidad a pasajeros en los buses, comodidad que es mucho mayor al utilizar rampas con bajas pendientes. La utilización de este tipo de dispositivos se debe basar en realizar un balance de lo aconsejable para obtener una reducción significativa en velocidad, sin causar una excesiva molestia a los usuarios.

4.5.2.5 Lineamientos sobre la utilización de los resaltos

El hecho de que un resalto funcione adecuadamente se debe a que su diseño propio y su aplicación son congruentes con la necesidad presente. La carencia de información relacionada con el tema, experiencia propia, así como la falta de principios técnicos y decisiones individuales, han conducido a la construcción de resaltos con diseños pobres, a una inadecuada elección de métodos y materiales de construcción y a una ausencia generalizada de señalamientos y demarcaciones, cuando se determina que existe un problema de manejo de tránsito residencial y que los resaltos son una técnica apropiada para reducir o eliminar el problema. A continuación se presentan las recomendaciones del Institute of Transportation Engineers (ITE), que en conjunto con un buen estudio de ingeniería, son útiles para ayudar a establecer una guía para el diseño y aplicación de estos dispositivos. Estas recomendaciones no constituyen un criterio absoluto y definitivo de diseño y evaluación para resaltos, los sistemas de resaltos o los programas de control de manejo de tránsito residencial. Características como el tipo de terreno, el clima, el tránsito o el uso del suelo pueden modificar estos lineamientos. A continuación los señalados por ITE Traffic Engineering Council Speed Humps Guidelines for the design and

application of speed humps, (Washington D.C.: ITE, 1997, pp. 11-12).

Estudios de ingeniería de tránsito

Los resaltos deben instalarse sólo por razones bien documentadas, relacionadas con el tránsito y seguridad, sustentadas por estudios de ingeniería de tránsito y después de considerar medidas de control alternativas. Los resaltos pueden implementarse individualmente o en conjunto con otras medidas de control del tránsito, dependiendo de las características y de las condiciones del área. Ya éstos pueden desviar el tránsito a otras calles, debe estimarse la cantidad y localización de esos desvíos, considerando así todos los impactos potenciales. No deben instalarse si se espera que creen problemas iguales o mayores a otras calles residenciales, a menos que sean parte de un plan de manejo de tránsito local completo.

Clasificación y uso de las calles

Los resaltos deben instalarse sólo en aquellas calles clasificadas funcionalmente como calles locales. Éstas son las que permiten acceso directo a las propiedades colindantes, conectan calles con una clasificación mayor, ofrecen el más bajo nivel de movilidad, no tienen presencia de rutas de buses y desalientan el uso a los movimientos de tránsito directos. Deben ser, por naturaleza, calles residenciales.

Número y ancho de carriles

Los resaltos deben utilizarse sólo en calles con no más de dos carriles de circulación o donde el ancho del pavimento es no mayor de 12 m. Además, el pavimento debe tener buena calidad en su superficie y bombeo. Las anchuras de las calles mayores de 12 m pueden ser candidatas para colocarles resaltos si mantienen sólo dos carriles de circulación.

Pendientes de la calle

Los resaltos normalmente deben considerarse sólo para utilizarse en las calles con pendientes del 8% o menores en las aproximaciones al resalto. Cuando se instalan en calles con una pendiente descendente significativa, debe tenerse extremo cuidado para asegurar que los vehículos no lleguen a una velocidad excesiva. Si el clima o la lluvia es considerable, debe llevarse a cabo un análisis especial cuando se presenten pendientes mayores que las del rango indicado.

Alineamientos vertical y horizontal

Los resaltos no deben ponerse en curvas verticales y horizontales pronunciadas que puedan resultar en fuerzas verticales y laterales sustanciales en el vehículo al pasar el resalto. Éstos deben evitarse dentro de curvas horizontales con menos de un radio al eje central de 90 m y curvas verticales menores que la distancia de visibilidad de parada mínima. Para curvas con radios menores de 90 m, las fuerzas que actúan en el vehículo cuando pasa por la curva, disminuyen naturalmente la velocidad del auto. Si es posible, deben localizarse en secciones en tangente y no en curva.

Distancia de visibilidad

Los resaltos generalmente deben instalarse sólo en calles donde se puede lograr la distancia de visibilidad de parada mínima, considerándose el 85 percentil de la velocidad para colocarlos.

Velocidades de tránsito

Los resaltos deben instalarse sólo en calles donde el límite de velocidad establecido sean los 45 km/h o menores. Deben considerarse cuidadosamente en calles donde la mayoría de los vehículos circulan a velocidades

relativamente altas (mayores a 45 km/h). Cuando se instalan por problemas de velocidad, deben realizarse estudios que confirmen la magnitud y el tamaño del problema para asegurar que la instalación responda a las necesidades. Deben considerarse las velocidades pre-alecientes de los vehículos en este análisis.

Volúmenes de tránsito

Los resaltos han sido justificados e instalados en distintas calles con un amplio rango de volúmenes de tránsito. Estas instalaciones han incluido tanto calles colectoras como calles locales residenciales. Como resultado de esta amplia variación de volúmenes (con un tránsito promedio diario de varios cientos a diez mil o más) no está definido un rango o límite de volúmenes. Debe evaluarse cada punto específico para justificar su instalación. Seguridad del tránsito. Los lugares propuestos para colocar resaltos deben evaluarse para determinar que esta instalación no provoque el incremento de accidentes potenciales para la calle en estudio. Cuando se instalan por este motivo, las causas de estos accidentes deben corregirse por los resaltos.

Composición vehicular

Los resaltos no deben instalarse en calles que lleven volúmenes significativos (superiores al 5%) de vehículos pesados, a menos que exista una ruta alternativa razonable para éstos. En la decisión de instalarlos, se deben tomar en cuenta las motocicletas, bicicletas y otros tipos de vehículos especiales que utilizan la calle, considerando los impactos que pueden tener los resaltos, así como su diseño y localización.

Acceso a vehículos de emergencia

Los resaltos no deben instalarse en calles que están definidas o utilizadas como rutas

principales o rutinarias de acceso a vehículos de emergencia.

Rutas de transporte

Lo resaltos no deben instalarse en calles con rutas de transporte establecidas. Si los resaltos se instalan en estas rutas, en su diseño deben considerarse las características operacionales especiales de estos vehículos.

Apoyo de la comunidad

Cuando los resaltos se instalan en respuesta a las solicitudes de la comunidad, la mayoría de los residentes de la calle deben apoyar su instalación.

4.5.2.6 *Procesos administrativos y relación con la comunidad*

Además de las consideraciones técnicas anteriores, deben existir procedimientos administrativos con la entidad que regula la instalación de los resaltos y la manera como la comunidad debe interactuar. A continuación se describen los procedimientos y las relaciones recomendadas por el ITE Traffic Engineering Council Speed Humps Guidelines for the design and application of speed humps, (Washington D.C.: ITE, 1997, pp. 11-12).

Apoyo a los códigos y reglamentos

Antes de iniciar un programa de instalación de resaltos las entidades competentes deben adoptar primero las políticas apropiadas, los códigos y los reglamentos que gobiernen elementos tales como los criterios de localización y diseño de los resaltos, el proceso de inclusión de la comunidad, la relación de los costos compartidos, la instalación y las necesidades de mantenimiento y los procedimientos de evaluación y posibles modificaciones.

Procedimiento a solicitudes para la instalación de los resaltos

Debe solicitarse una encuesta de los residentes para circunscribir el apoyo a la instalación de los resaltos después que se determina que una calle en particular es elegible para su instalación. Lo ideal sería que la mayoría de los residentes estuvieran a favor de su instalación después de haber considerado otras técnicas, alternativas del manejo y control del tránsito.

Evaluación de la entidad

Debe hacerse una investigación adecuada de ingeniería y seguridad a cualquier solicitud de un resalto, para establecer si se cumple con los requerimientos adoptados por las entidades competentes para la instalación de éstos. Ya que los resaltos tienen un impacto muy amplio no solamente en los vehículos que los pasan sino también en los residentes que viven en la calle donde están situados y en las calles aledañas, su instalación debe estudiarse dentro del contexto de un estudio del manejo del tránsito de todo el vecindario. Éste considera un proceso completo que incluye su evaluación, implementación y monitoreo, y cualquier otra técnica del manejo de tránsito que sea factible de utilizar. Las entidades con recursos limitados pueden considerar la adopción de un sistema de prioridades para la instalación de resaltos.

Procedimiento de coordinación con otras entidades

La instalación de resaltos propuestos deben revisarla los departamentos de policía, bomberos, ambulancias y otros servicios de emergencia, al igual que otros grupos potencialmente afectados como los distritos escolares, los proveedores del transporte y los recolectores de basura. Deben considerarse los

comentarios recibidos en el proceso de toma de decisiones. Si los resaltos son necesarios, hay que notificar a los residentes y las entidades afectadas indicando los objetivos, el tiempo, la ubicación y otros detalles relevantes de la instalación. Es aconsejable reunirse con los servicios de emergencia para informarles más ampliamente de los impactos esperados por los resaltos.

Procedimiento de demolición

Deben considerarse la demolición de los resaltos sólo después de un período de revisión adecuada y la realización de un análisis de ingeniería donde se determinen las características del tránsito en la ruta y los impactos para el sistema de calles restante. Si los resaltos deben demolerse debido a la carencia del apoyo del público, la mayoría de los residentes deben apoyar su demolición. Antes de tomar cualquier decisión para la demolición, a todos los peticionarios que originalmente solicitaron la instalación se les debe dar oportunidad de comentar dicha acción propuesta.

Costo

Debe considerarse, hasta donde sea posible, la participación de los individuos que solicitan los resaltos en los fondos para su instalación, mantenimiento y demolición, si es necesario. Sin considerar la fuente de los fondos, es importante que los recursos asignados sean vigilados propiamente, manteniendo de modo adecuado los resaltos y los dispositivos de apoyo.

4.5.2.7 Dispositivos para el control del tránsito

La señalización vertical y horizontal y posiblemente los semáforos preventivos son esenciales para advertir a los usuarios de la pre-

sencia de resaltos. La señalización recomendada para avisar a los usuarios de la vía sobre la presencia de este tipo de elementos se muestra en la figura 4.4.

La señal vertical que aparece en la figura 4.4 tiene el código SP-25 y deberá complementarse con la señal reglamentaria SR-30 (velocidad máxima), para disminuir gradualmente la velocidad de circulación, una vez que se va acercando al resalto.

4.5.2.8 Diseño y construcción

Dimensiones y sección transversal. En la figura 4.5 se presenta el resalto parabólico (probado en Inglaterra) más ampliamente utilizado en las calles residenciales tipo (con 7,5, 9,0 y 10,0 cm de alto). Los resaltos de 7,5 cm originan velocidades de 30 a 40 km/h en el resalto y los de 10 cm, de 25 a 30 km/h. Los resaltos no deben exceder de 10 cm de alto. Cuando se espera el paso de un porcentaje significativo de camiones, buses y otros vehículos pesados, es recomendable tener resaltos de 7,5 cm.

El resalto con diseño de cima plana o pompeyano se ha probado satisfactoriamente en Australia. Para determinar cuál tipo de resalto es el más adecuado para construirse, se

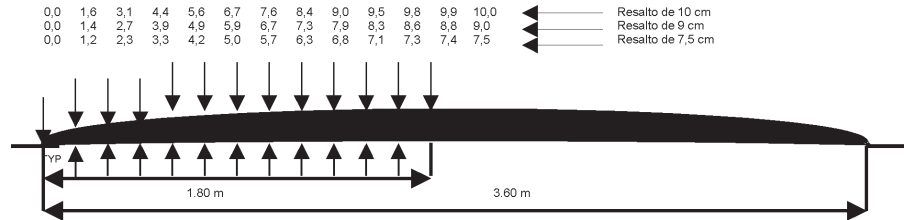


Figura 4.4
Señalización vertical recomendada para resaltos.

Fuente:
Manual de señalización vial,
Ministerio de Transporte.

Figura 4.5
Resalto parabólico
típico.

Fuente: Traffic Engineering Council Speed Humps (ITE), Guidelines for the design and application of speed humps (Washington D.C.: ITE, 1997, p. 13).



deben evaluar las características específicas del tránsito y de la calle. Independientemente del resalto adoptado, debe tenerse extremo cuidado en la construcción para asegurar las dimensiones y forma final.

El tipo de resaltos mostrados en la figura anterior se emplean ampliamente en nuestro medio, sobre todo con el objetivo de darles continuidad a sistemas de transporte alternos al vehicular, es decir, darles prioridad de cruce a corredores peatonales y de ciclorrutas por encima del derecho de paso de los automóviles.

Localización y espaciamiento

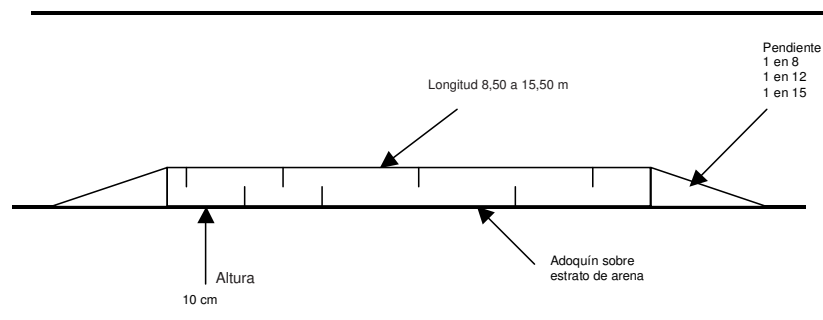
La experiencia indica que los resaltos instalados en serie normalmente tienen de 50 a 250 m de separación. Si se desea una velocidad máxima de 50 km/h en una calle, éstos deben disponerse a intervalos de 75 m. En la

figura se muestra la relación que existe entre el espaciamiento de los resaltos y las velocidades alcanzadas de los vehículos entre resaltos. Los lineamientos para determinar el número y la ubicación de los resaltos para varias longitudes en tramos de calles son los siguientes:

- En una sola cuadra de corta longitud (90 a 150 m), donde son raros los problemas para controlar la velocidad.
- En tramos de moderada longitud (150 a 300 m) se considera adecuada la colocación de dos resaltos.
- En cuadras de larga longitud (300 a 500 m) se requieren tres o más resaltos.
- En tramos largos continuos o en tramos compuestos de varias cuadras, es necesario separar los resaltos de 120 a 180 m, aunque pueden separarse hasta los 220 m. Se debe instalar al menos un resalto por cuadra en un tramo de control. La ex-

Figura 4.6
Resalto con cima
plana.

Fuente: Traffic Engineering Council Speed Humps (ITE), Guidelines for the design and application of speed humps (Washington D.C.: ITE, 1997, p. 14).



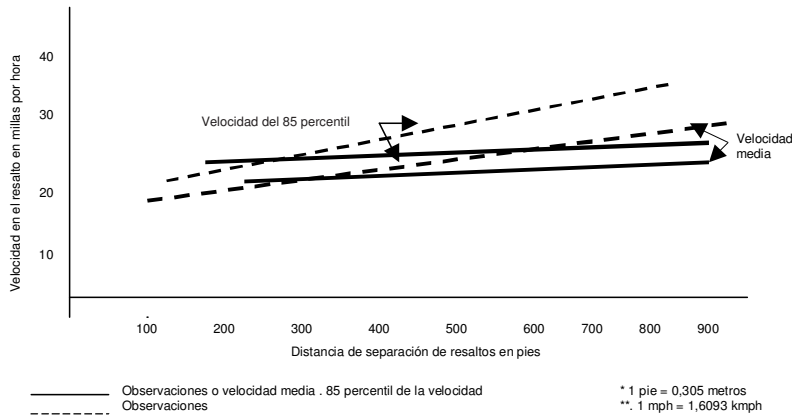


Figura 4.7
Relación entre espaciamiento de resaltos y las velocidades alcanzadas.

Fuente:
Traffic Engineering Council Speed Humps (ITE), Guidelines for the design and application of speed humps, (Washington D.C.: ITE, 1997, p.14).

perencia indica que si se construyen resaltos en cuadras menores de 60 m, disponer un resalto en cada cuadra es excesivo, por lo que hay que buscar una separación más adecuada.

El Comité de Dispositivos para el Control del tránsito en California (Estados Unidos) ha desarrollado una ecuación aproximada para espaciar los resaltos de 7,5 cm de alto. Ésta es:

$$Hs = 0,50[2(V_{85})^2 - 700] \quad 4.1$$

donde:

- Hs = espaciamiento óptimo entre resaltos de 7,5 cm de alto [pies].
- V_{85} = la velocidad del percentil 85 entre resaltos [millas/h].

Basado en esta ecuación, el espaciamiento del percentil 85 de las velocidades de 40 y 50 km/h es de 80 y 160 m, respectivamente.

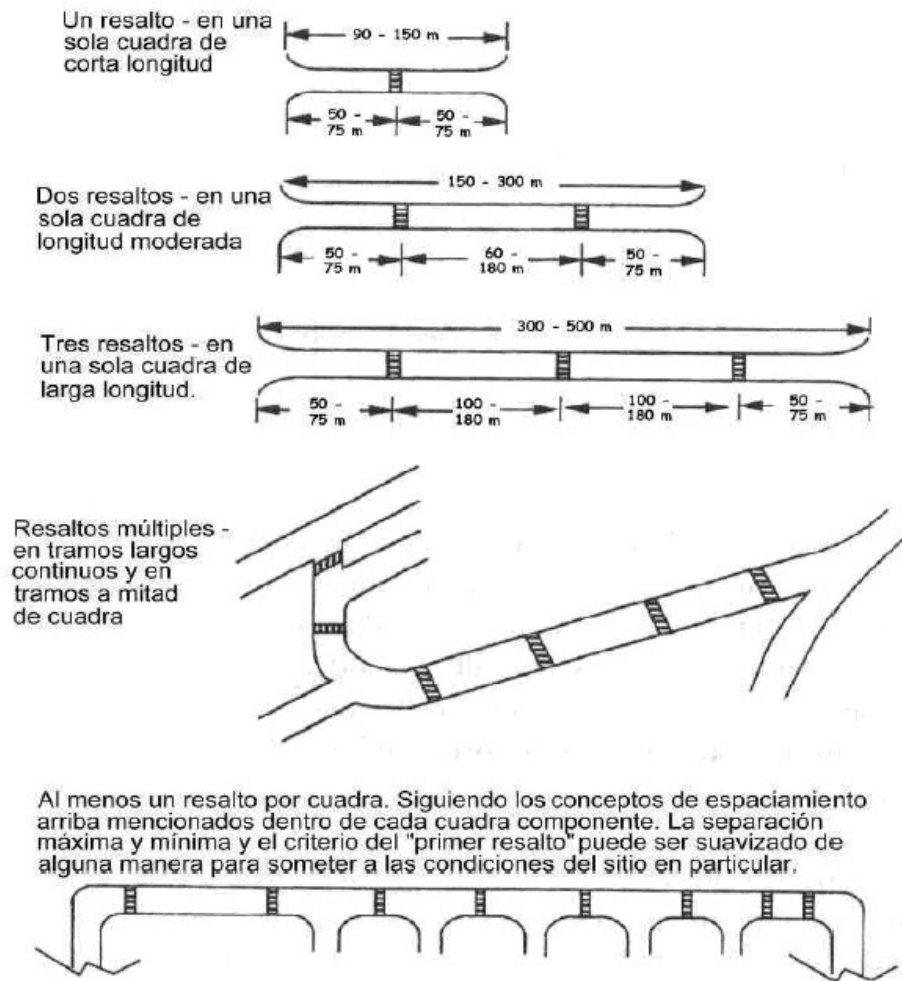
La instalación de una serie de dos o más resaltos es más efectiva que la de uno solo. Esta serie no debe ser mayor de 800 m y su termi-

nación no debe estar junto a otra serie. La instalación por pares aumenta su efectividad. Estos pares tienen que colocarse con una separación entre 3 y 12 m, debiéndose colocar entre líneas de propiedad para minimizar problemas estéticos con los vecinos de la zona. El primer resalto de una serie ha de ubicarse en una posición a la cual no se llegue con alta velocidad en cualquiera de los sentidos. Para ello hay que instalar los resaltos dentro de los 60 m de la esquina, o de la parte más alta si se instala en una calle con pendiente descendente.

Por otro lado, el TRL considera la velocidad "antes"⁴, es muy significativa al momento de determinar los resultados de las velocidades antes de instalar un resalto. En la tabla 4.3 se presenta el espaciamiento estimado requerido para alcanzar una velocidad deseada, una vez instalados los dispositivos. Sin embargo, los valores de esta tabla muestran valores promedio de reducción de velocidad, pero las condiciones pueden variar de sitio a sitio, por lo que se recomienda analizar las condiciones particulares del lugar al momento de decidir instalar un resalto, teniendo siempre el objeti-

4. Se refiere a la velocidad existente antes de la construcción de un resalto.

Figura 4.8
Número y
ubicación de los
resaltos.



Fuente:
Traffic Engineering
Council Speed Humps
(ITE), Guidelines for the
design and application
of speed humps
(Washington D.C.: ITE,
1997, p.15).

vo de reducción de la velocidad media y del percentil 85.

Deben tenerse en cuenta los aspectos ambientales de ruido y emisiones de partículas al aire, por las desaceleraciones y aceleraciones constantes, pues éstas se incrementan ante la presencia de dichos dispositivos. El principal objetivo de los resaltos es reducir velocidades

y, por tanto, disminuir los índices de accidentalidad. En algunos lugares se han utilizado cruces realzados redondeados en vías de hasta 3.000 vehículos por día.

Se recomiendan mejor los cruces planos en la superficie, especialmente para volúmenes de tráfico altos puesto que causan una menor obstrucción a vehículos de emergencia

Espaciamiento entre resaltos (m)							
Velocidad promedio (km/hr)20	40	60	80	100	120	140	
"Antes"	Velocidad promedio "después"						
32	21	22	24	26	29	31	32
40	24	26	27	29	32	34	35
48	27	29	31	32	35	37	39
56	31	32	34	35	39	40	42

Tabla 4.1

Separación estimada de resaltos para alcanzar reducción promedio de velocidad después de su instalación.

Fuente: Elaboración propia adaptada de estudio TRL.

como bomberos, ambulancias, entre otros. Se han utilizado en vías hasta de 7.000 vehículos por día.

Las regulaciones británicas sobre cruces peatonales realizados y cruces pompeyanos datan de 1990 y permiten una considerable flexibilidad en el uso de estos dispositivos con respecto a disposiciones anteriores. Permiten la utilización de cruces con superficie horizontal (sección trapezoidal) o curva circular con alturas variables. El TRL, Laboratorio de Investigaciones en Transporte del Reino Unido, en nombre de la División de Administración del Tráfico e Información a los Conductores, del Departamento de Transporte, fue comisionado para investigar los problemas en la implantación de estos dispositivos. En este estudio compararon los efectos de reducción de velocidad entre los resaltos de diferentes alturas.

Las investigaciones revelaron que el uso de los resaltos arrojaron reducciones de velocidad aplicables en zonas de 20 mill/h (32 km/h, aproximadamente).

Altura

La Legislación del Reino Unido en cuanto a manufactura y construcción de automóviles no exige un mínimo de altura inferior libre entre la parte inferior del vehículo y la superficie de rodadura de la vía. Algunos autos deportivos tienen una altura de 10 o 12 cm. Cuando los vehículos se encuentran cargados a su

máxima capacidad, su altura puede verse disminuida en cerca de 30 cm. Algunos estudios han mostrado que la longitud del vehículo es un parámetro fundamental en la aplicación de este tipo de resaltos. Si se operan vehículos largos, tipo limusinas o carrozas fúnebres, no es aconsejable instalar estos elementos.

Las rampas de acceso para los cruces realizados y pompeyanos deben tener una relación no superior de 1:10, aunque una relación de 1:8 es la más recomendada.

Una variación de estos resaltos son los andenes pompeyanos, los cuales son resaltos con cima plana ubicados en zonas donde la prelación la tienen los peatones y los ciclistas. Estos andenes o cruces pompeyanos tienen como función principal reducir la velocidad de los vehículos que circulan por una vía de alto volumen peatonal o cruce de ciclorruta.

La altura de estos dispositivos generalmente tiene el mismo nivel del andén o zona peatonal que cruza.

Ángulo de instalación

Los resaltos deben instalarse en ángulo recto tangente al centro del camino.

Drenaje y servicios públicos

Los resaltos deben instalarse con la posibilidad y facilidad para la construcción de drenajes y servicios públicos. No han de instalarse sobre o en medio de los pozos de visita o junto a los hidrantes. El resalto debe instalarse aguas

abajo, inmediatamente después de un sumidero o drenaje. Si no es posible su instalación en esta forma, debe construirse un drenaje apropiado o dar algún tratamiento para que el agua circule por los extremos del resalto.

Tratamiento a los extremos del resalto

Los resaltos deben colocarse transversales a la calle de sardinel a sardinel. Para comodidad de los usuarios, debe darse a los extremos una inclinación a la rampa de acceso tal, que no afecte los pedales de las bicicletas o las partes bajas de los vehículos. Cuando se les da este tratamiento, los vehículos tienden a evitarlos, cruzando por los extremos, reduciendo la capacidad del resalto para disminuir la velocidad. En estos casos se aconseja instalar resonadores o postes delineadores a la orilla del sardinel u otros dispositivos para eliminar la posibilidad de evitar total o parcialmente los

resaltos. En la figura 4.9 se muestra el tratamiento que se debe dar a los extremos del resalto.

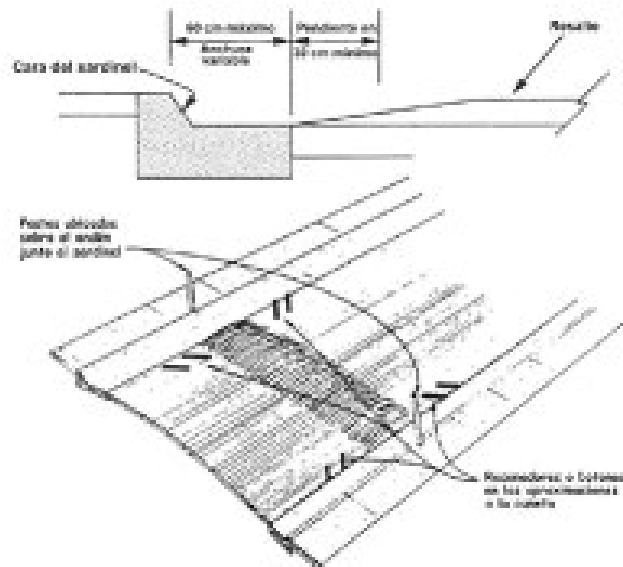
Coordinación con la geometría de la calle

Debe realizarse un análisis de la geometría de la calle para asegurar que los resaltos no se conviertan en un punto crítico, como lo pueden ser la combinación de curvaturas verticales y horizontales o pendientes fuertes.

Coordinación con la operación del tránsito

Los resaltos no deben instalarse dentro de los 75 m próximos a intersecciones, incluyendo las semaforizadas. Esto con el fin de dar tiempo a los conductores a reaccionar, y no forzarlos a reducir la velocidad de cruce de la intersección rápidamente.

Figura 4.9
Tratamiento a los extremos del resalto.



Fuente:
Traffic Engineering
Council Speed Humps
(ITE), Guidelines for
the design and
application of speed
humps (Washington
D.C.: ITE, 1997, p. 21).

Estacionamiento en la vía

Los resaltos deben colocarse en coordinación con el alumbrado existente o proyectado, especialmente donde la distancia de visibilidad es menor que la deseable.

Materiales de construcción

La construcción de un resalto puede ser de concreto prefabricado o colado en el sitio, de asfalto y de adoquín de concreto o cerámico. Los materiales suaves tienden a deformar la cima de los resaltos en el sentido del tránsito.

El tipo, número y profundidad de los estudios para determinar la efectividad de los resaltos varían de acuerdo con las circunstancias de cada situación. Sin embargo, debe hacerse una revisión después de la instalación para asegurar que el resalto logra los resultados deseados, sin crear problemas inesperados.

- ♦ **Procedimientos de construcción.** Se recomienda construir una plantilla para verificar la precisión del perfil del resalto y así asegurar que las dimensiones están dentro de los límites de tolerancia (1 cm o menos, procurando que no exceda los 10 cm de alto). Si el resalto se construye en el sitio, se recomienda que se excave

en los extremos inclinados para prevenir deslizamientos (figura 4.10).

4.5.3 Cojines

Son elementos principalmente para ciclistas, buses de transporte colectivo y vehículos de emergencia. Estos elementos se derivan del resalto con cima plana. Su ubicación más recomendada es un carril a 1 m del sardinel, lo cual evita que un bus lo pise debido a su menor distancia entre ruedas a lo largo del mismo eje. Si el cojín tiene altura mayor de 7,5 cm y rampas más empinadas de 1:8, puede presentarse un rozamiento con la parte inferior de los vehículos.

Se sugieren longitudes en el sentido de la circulación de 2 a 3,7 m. Los anchos mayores de 2 m crean problemas para los buses y los menores de 1,4 m producen un efecto insuficiente, y rampas laterales más empinadas que 1:4 son peligrosas para los ciclistas y motociclistas⁵.

4.5.4 Fosa o cavidad

Este elemento permite el paso normal sólo a cierto tipo de vehículos, como por ejemplo buses⁶.

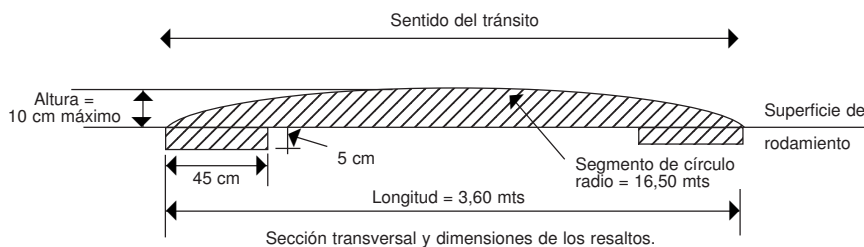


Figura 4.10
Consideraciones en la construcción del resalto.

Fuente:
Traffic Engineering Council Speed Humps (ITE), Guidelines for the design and application of speed humps (Washington D.C.: ITE, 1997, p. 22).

5. La pacificación del tránsito o tránsito calmado, op. cit.

6. Ibid.

Fotografía 4.3
Cojines.



Fuente:
Pacificación del
tránsito calmado
(2001), Gloria Lucía
Muñoz Uribe y Rodrigo
Salazar Pineda,
noviembre, p. 44.

4.5.5 Intersecciones realizadas

Este es un tipo de resalto trapezoidal en todas las direcciones, cuya plataforma generalmente se extiende seis (6) metros hacia el interior de las vías que conforman la intersección para lograr que el primer vehículo que llegue al cruce esté nivelado⁷. Se han introducido recientemente en Bogotá con el nombre de cruces pompeyanos, por similitud con piezas urbanísticas de la antigua ciudad de Pompeya (Italia). En inglés se denominan *raised crosswalks*, es decir, pasos peatonales realizados.

Estos elementos se clasifican en dos tipos: resaltos con superficie superior plana, cuya sección es trapezoidal, y los de superficie superior redondeada.

4.5.6 Estrechamientos

Este elemento se basa en construir una saliente a un lado de la vía, disminuyendo la sección efectiva de la calzada. El nivel superior de esta saliente puede corresponder a la altura

del andén o a un nivel superior, donde es factible sembrar alguna planta⁸.

4.5.7 Garganta

Una garganta se constituye cuando dos salientes se disponen una frente a otra. Cuando este elemento se combina con un resalto, se refleja un mejor efecto en la reducción de la velocidad⁹.

Pueden utilizarse como pasos peatonales, potenciando su implementación en zonas escolares de altos volúmenes de estudiantes.

4.5.8 Las chicanas o zigzag

Son dos o más salientes construidos alternadamente en cada lado de la vía. Se recomienda ubicarlos en el orden de 10 a 15 m el uno del otro, para tener una mejor efectividad en la reducción de la velocidad. Hay que tomar en cuenta que ofrecen dificultad para la circulación de buses y otros vehículos comerciales e incluso podrían dificultar el acceso a vehículos de emergencia, como carros de bomberos y ambulancias.

4.5.9 Estrechamiento

El estrechamiento se utiliza en una vía de dos carriles a un carril combinando con señales de ceda el paso, obligando a los vehículos que entran a esta zona a permitir el paso de los que salen¹⁰.

4.5.10 Puerta, portal o compuerta

Es el estrechamiento de la calzada, acompañado de elementos verticales claramente visibles como postes y jardineras, entre otros. Se

7. *Ibid.*

8. *Ibid.*

9. *Ibid.*

10. *Ibid.*

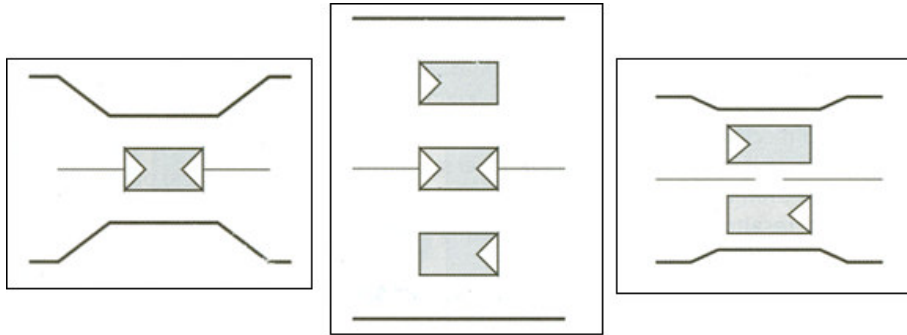


Figura 4.11
Esquema de ubicación de cojines.

Fuente:
Pacificación del tránsito calmado (2001), Gloria Lucía Muñoz Uribe y Rodrigo Salazar Pineda, noviembre, p. 39.

utilizan en el ingreso a una zona urbana o a un poblado cuando el uso del suelo es residencial o comercial.

4.5.11 Miniglorietas o minirrotondas

Se denominan miniglorietas aquellas con isla central de radio igual o inferior a cuatro metros.

Este tipo de estructuras contribuyen a disminuir las velocidades de aproximación a las intersecciones en la medida en que obligan a los usuarios de la vía a modificar su trayec-

toria y estrechan su campo de visibilidad libre de obstáculos. No obstante, el pequeño diámetro de la isla central no siempre define la estructura como una miniglorieta. La mayor parte de las veces esta denominación implica un funcionamiento diferente.

En efecto, cuando las dimensiones se hacen estrictas pero se requiere mantener cierta flexibilidad para el paso de vehículos de gran tamaño, se construye una parte o todo el islote central de la glorieta, de manera que pueda ser pisado o montado por los vehículos de mayores dimensiones. Esto significa que la circula-

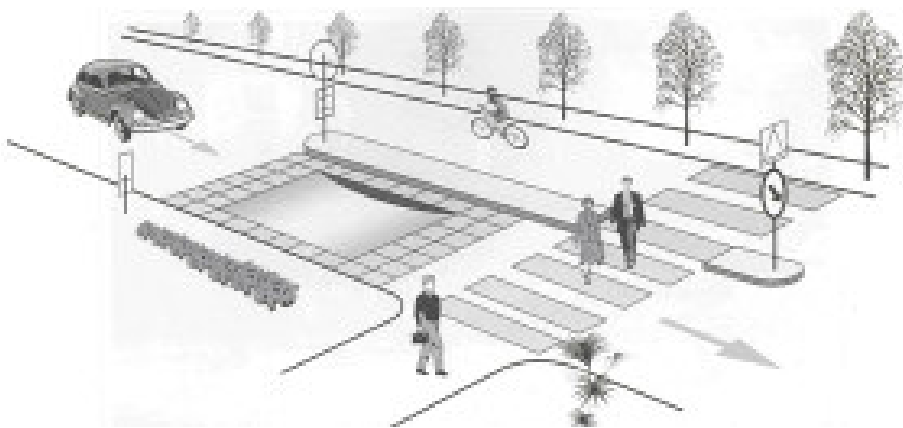
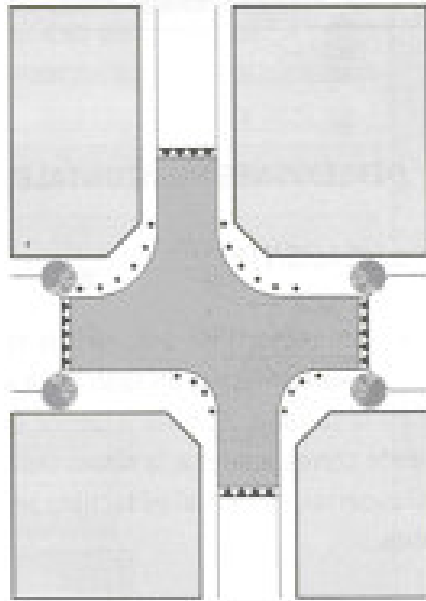


Figura 4.12
Fosa o cavidad vial.

Fuente:
Pacificación del tránsito calmado (2001), Gloria Lucía Muñoz Uribe y Rodrigo Salazar Pineda, noviembre, p. 45.

Figura 4.13
Intersección
realzada.



Fuente:
*Pacificación del
tránsito calmado
(2001), Gloria
Lucía Muñoz Uribe
y Rodrigo Salazar
Pineda,
noviembre, p. 45.*

ción giratoria y el respeto por la isla central son obligatorios para todos los vehículos, exceptuando aquellos que por sus características particulares no pueden maniobrar con los radios de giro existentes, razón por la cual se permite que invadan parte del espacio de la isla central.

Tal característica diferencia estas estructuras de las glorietas convencionales, en la medida en que se supone una concepción diferente en el diseño, funcionamiento, acondicionamiento y capacidad.

Infortunadamente siempre ha habido una confusión en cuanto al funcionamiento de las glorietas convencionales y las miniglorietas. En este aspecto, se rescata la guía suiza que hace referencia a las diferencias entre miniglorietas parcialmente franqueables y miniglorietas franqueables, según sea montable una parte o la totalidad de su isla central. De acuerdo con este documento, las primeras, las que tienen un diámetro exterior entre 18 y 24 m, no plan-

tean problemas especiales de diseño o funcionamiento en relación con las convencionales, mientras que las segundas, con diámetros entre 14 y 20 m, obligan a una aproximación diferente.

La utilización de miniglorietas para la solución de ciertas intersecciones se ha hecho muy popular en otros países, especialmente en Europa, en los últimos años, mientras que en nuestro medio no existe mucha experiencia al respecto. Por tal motivo, se realizará una breve recopilación de experiencias internacionales más relevantes.

4.5.11.1 Ventajas

Las dos ventajas principales son su economía y seguridad. Las miniglorietas son recomendables económicamente, principalmente por su necesidad mucho menor de suelo que las convencionales, al no tener las limitaciones de adoptar los radios de giro mínimos exigidos para vehículos pesados y su acondicionamiento es constructivamente muy sencillo. Por ejemplo, en Inglaterra sólo basta con dos líneas que demarquen la isla central para que la miniglorieta pueda funcionar.

Según la Dirección General de Carreteras de España, las miniglorietas son las intersecciones viales a desnivel con menores índices de accidentabilidad. Por otro lado, también afirma que se puede esperar una reducción de cerca del 30% en el número de accidentes una vez que se implemente esta solución, con respecto a una intersección convencional.

Para finalizar, las miniglorietas resultan doblemente económicas: por la reducción en los costos durante su implantación y por la menor accidentalidad.

4.5.11.2 Implantación

Dada la poca área que requiere una miniglorieta, éstas son especialmente útiles para solucionar intersecciones muy conflicti-

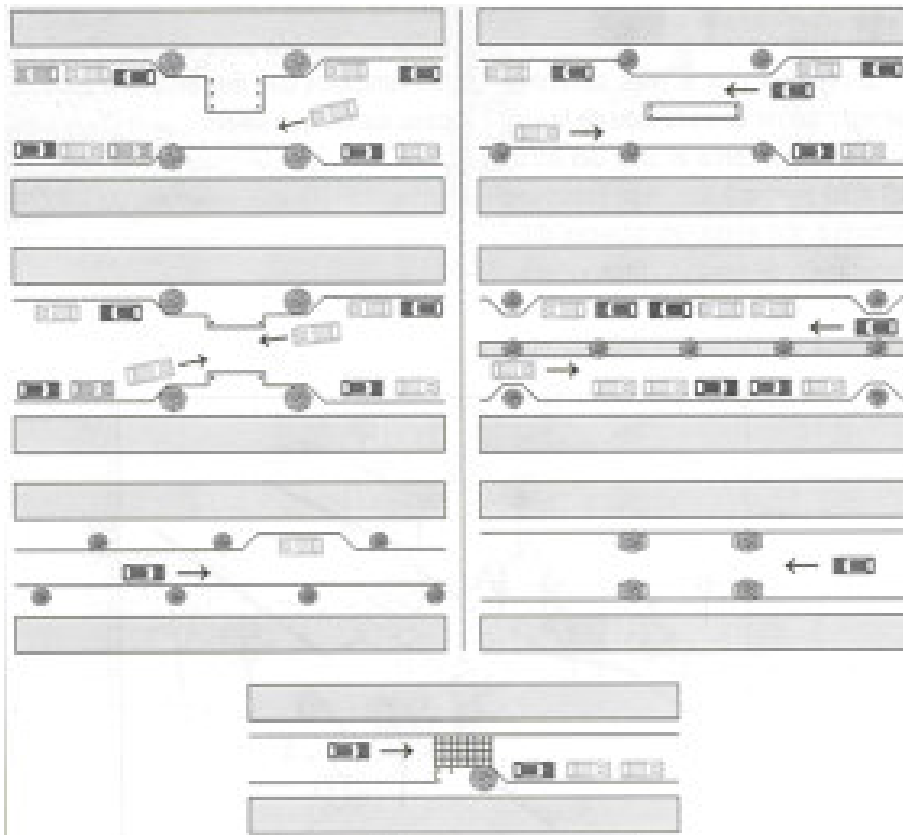


Figura 4.14
Tipos de estrechamientos de calzada.

Fuente:
Pacificación del tránsito calmado (2001), Gloria Lucía Muñoz Uribe y Rodrigo Salazar Pineda, noviembre, p. 47.

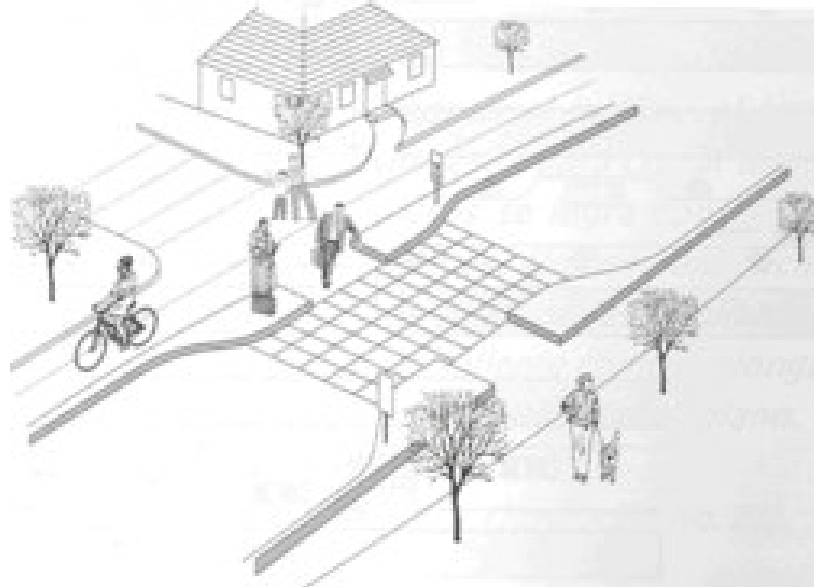
vas, donde la disponibilidad de suelo es escasa. En este sentido, se utilizan a menudo para sustituir intersecciones existentes.

Para su buen funcionamiento, las miniglorietas deben operar a bajas velocidades, razón por la cual suelen utilizarse en aquellas zonas donde los accesos están controlados por límites de velocidad, generalmente por debajo de los 40 o 50 km/h. Esto quiere decir que las miniglorietas no se recomiendan para vías rápidas y que su campo de acción se limita a vías secundarias con restricciones de velocidad, ya sea por señalización o geometría.

Debido a la gran influencia que puede ocasionar la circulación de vehículos pesados, es recomendable que las miniglorietas sean utilizadas donde este tipo de tráfico sea bajo. Por esta razón, las áreas residenciales son idóneas para implantar este tipo de intersecciones, como elemento de moderación del tráfico.

Respecto al número de ramales recomendados para una miniglorieta, la documentación existente no aconseja más de cuatro brazos. En Inglaterra, por ejemplo, 66% de las miniglorietas construidas sólo tiene tres.

Figura 4.15
Garganta.



Fuente:
Pacificación del tránsito calmado (2001), Gloria Lucía Muñoz Uribe y Rodrigo Salazar Pineda, noviembre, p. 48.

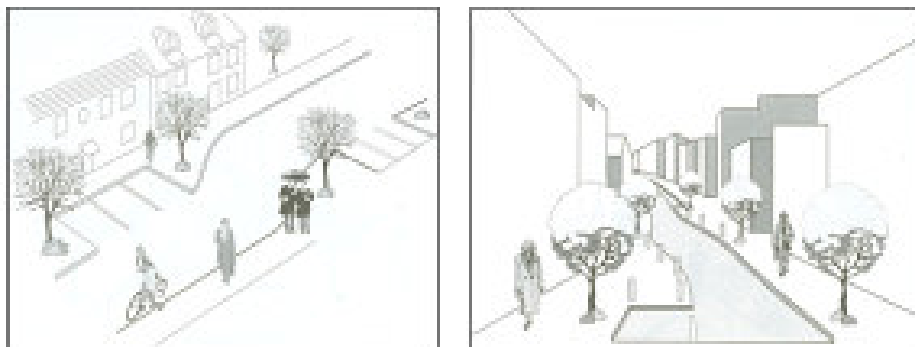
4.5.11.3 Acondicionamiento

Como se definió anteriormente, el diámetro de la isla central se encuentra cerca de los 4,0 m. El ancho de la calzada central puede determinarse por dos factores: en primer lugar, por la disponibilidad de espacio. En los casos en donde la limitación de espacio no sea muy grande, el ancho de la calzada puede

definirse en función del tipo de vehículos a los que no se prevé que invadan el espacio de la isla central y se calcula a partir de los sobreeschuchos de los mismos.

De cualquier manera, y dado que las miniglorietas generalmente se implantan en lugares con poco espacio, el ancho de la calzada central recomendado para que ésta funcio-

Figura 4.16
Chicanas o zigzag.



Fuente:
Pacificación del tránsito calmado (2001), Gloria Lucía Muñoz Uribe y Rodrigo Salazar Pineda, noviembre, pp. 49 y 50.

ne correctamente es de 5,0 m como mínimo y entre 8 y 9 m como máximo. El radio de la calzada alrededor del islote central puede tener entre 7,5 y 12,0 m, mientras que la altura de este último puede alcanzar los 10 a 15 cm, para radios de 1,5 a 2,5 m con pendientes máximas del 6%.

No existe un criterio único acerca de la conveniencia de abocinar o no las entradas a las miniglorietas. En la bibliografía disponible existen ambas propuestas, según las características particulares de cada intersección. Por otro lado, es recomendable implantar cierta flexión en las entradas, y cuando esto no sea posible físicamente, puede hacerse mediante marcas en el pavimento, evitando la instalación en las isletas de algún tipo de obstáculo. Cuando no existe un elemento prominente en el islote central, la señalización debe contribuir a la percepción del dispositivo. Igualmente, su color y material de construcción deben servir para anunciarlo. En el círculo exterior del islote pueden implantarse puntos o bandas de resalte para reforzar su presencia.

La isla central suele construirse con un ligero bombeo y pavimentarse con materiales

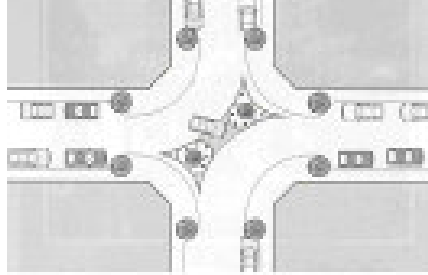


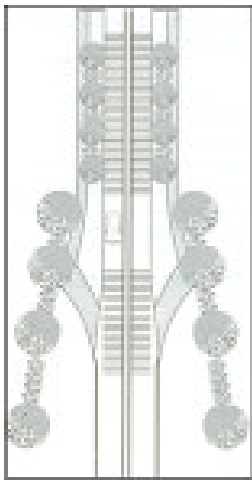
Figura 4.17
Estrechamiento diagonal.

Fuente:
Pacificación del tránsito calmado (2001), Gloria Lucía Muñoz Uribe y Rodrigo Salazar Pineda, noviembre, p. 52.

diferentes del resto de la calzada (adoquines, bloques, asfalto, entre otros). No se recomienda el uso de bordillos, señales, postes o amoblamiento urbano y a veces se construye ligeramente sobreelevado, con una corona de adoquines en el borde.

En algunos casos, la isla central está formada simplemente por marcas viales sobre la calzada. En estos casos, puede resaltarse su presencia por medio de taches reflectivos o pintándola en su interior totalmente.

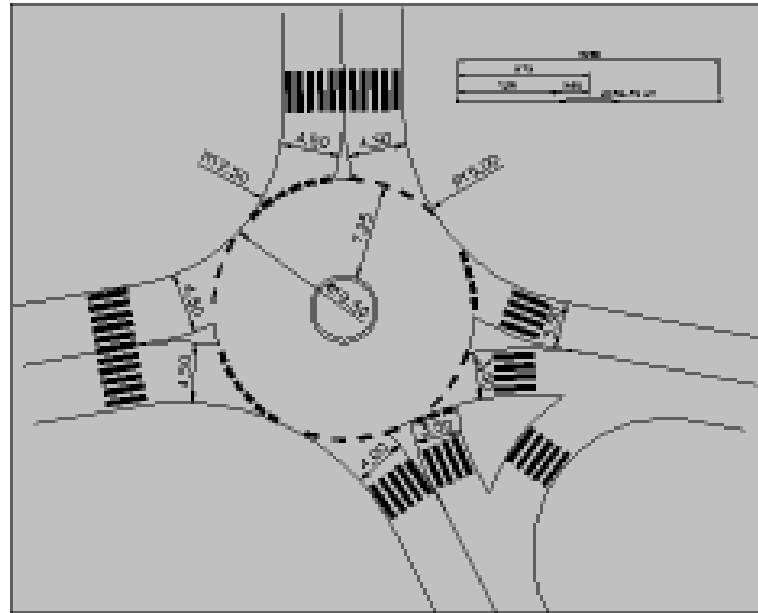
Hasta que las glorietas formen parte de la cultura de circulación de este país, es recomendable recordar a los conductores la pérdida de la prioridad al entrar en ellas. Generalmente se instalan señales de precaución con



Fotografía 4.4
Puerta, portal o compuerta.

Fuente:
Pacificación del tránsito calmado (2001), Gloria Lucía Muñoz Uribe y Rodrigo Salazar Pineda, noviembre, p. 54.

Figura 4.18
Proyecto de
miniglorieta.



Fuente:
*Recomendaciones
para el diseño de
glorietas en
carreteras
suburbanas.*

una placa complementaria informando que “Ud. no tiene prioridad”. En la figura 4.18 se muestra un ejemplo de una miniglorieta con isla central franqueable.

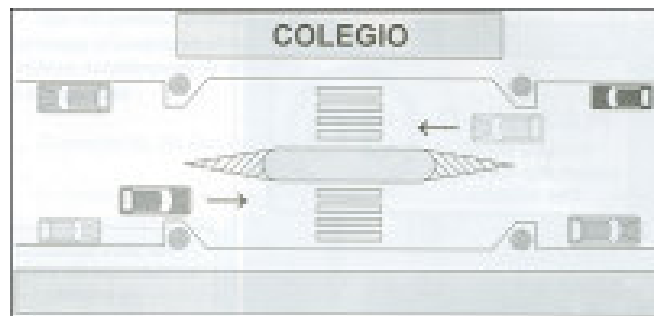
4.5.12 Refugios peatonales

Son elementos de protección al peatón en medio de la calzada.

4.5.13 Cruce de cuatro brazos y cuatro pares

Se presenta en intersecciones en donde se regula en tránsito con señales reglamentarias de “Pare” y es efectivo el hecho de obligar a todos los vehículos a detenerse. Una vez detenidos todos los vehículos que acceden a la intersección, se establece una regla de priori-

Figura 4.19
Refugio peatonal.



Fuente:
*Pacificación del tránsito
calmado (2001), Gloria
Lucía Muñoz Uribe y
Rodrigo Salazar Pineda,
noviembre,
p. 56.*



Fotografía 4.5
Refugio peatonal.

Fuente:
*Pacificación del tránsito
calmado (2001), Gloria
Lucía Muñoz Uribe y
Rodrigo Salazar Pineda,
noviembre, p. 57.*



Figura 4.20
Cruce con
cuatro brazos
y cuatro pares.

Fuente:
*Pacificación del
tránsito calmado
(2001), Gloria
Lucía Muñoz Uribe
y Rodrigo Salazar
Pineda, noviembre,
p. 57.*

dad universal establecida a la izquierda o en sentido de las manecillas del reloj, de manera que cada conductor accede en una secuencia de llegada. Son recomendables para bajos volúmenes de tránsito.

4.6 TRÁFICO CALMADO MEJORANDO LA MOVILIDAD PEATONAL

Las condiciones ideales de desplazamiento peatonal se traducen en los requerimientos, también ideales, de las vías e itinerarios para peatones y que se pueden sintetizar en los siguientes puntos:

- ♦ Amabilidad social, atractivo paisajístico.
- ♦ Accesibilidad o conexión al mayor número posible de generadores de viajes.
- ♦ Mínimas distancias a los destinos potenciales de viaje.
- ♦ Calidad ambiental (ruido y contaminación mínimos).
- ♦ Características geométricas adecuadas en relación con el tipo y número de usuarios previsto y a las funciones y actividades propias.
- ♦ Seguridad en los lugares de interacción con otros modos de transporte.
- ♦ Señalización conveniente para la orientación de los peatones.
- ♦ Vegetación y protección climática.
- ♦ Mobiliario urbano, pavimentación e iluminación armoniosos y funcionales.
- ♦ Costos de construcción y mantenimiento mínimos.

La búsqueda del equilibrio entre todo ese conjunto de criterios es lo que determina las opciones de diseño particulares de cada proyecto.

4.6.1 Zonas peatonales

En el análisis de vías y senderos peatonales no puede pasar inadvertido el análisis de la

homogeneidad en cuanto a la superficie pavimentada desde el punto de vista funcional. Cada segmento de la vía soporta diferentes funciones y recoge de manera distinta la actividad de los peatones.

A la imagen y semejanza del concepto de “nivel de servicio” tratado en el tomo III, es necesario aproximar las necesidades de espacio que tiene los flujos peatonales. A la vista de gran cantidad de ejercicios realizados en el mundo, no es recomendable andenes de menos de 1,80-2,00 m de ancho efectivo, ya que no permitirían el cómodo cruce de una silla de ruedas con otra, o de una pareja con otro peatón.

La consideración del espacio ocupado por distintos tipos de mobiliario urbano permite evaluar la idoneidad de los anchos existentes o previstos en una zona peatonal. Además se debe tener en cuenta que cada uno de los muebles ha de estar separado en mayor o en menor medida de la calzada, traslapándose la zona peatonal con la banda de separación de la calzada. En el caso de la vegetación, los criterios para el dimensionamiento dependen de las especies seleccionadas, existiendo para cada una de ellas un marco de plantación recomendable.

Para la obtención de anchos y dimensiones adecuadas, parece útil presentar de modo sistemático algunas alternativas de ampliación del espacio peatonal en vías consolidadas.

4.6.1.1 Reducción del ancho de la calzada

El análisis de la vía permite deducir la adecuación de la calzada a las funciones que tiene asignadas en los flujos de tráfico, y a través de la ingeniería ecológica del tráfico, su adecuación a los mínimos de calidad ambiental prefijados.

Si después de este análisis, la conclusión es la existencia de un exceso de calzada, cabe

plantear varias alternativas: reducción del número de carriles o supresión de uno de los sentidos de circulación.

También es habitual encontrar calles sin señalización de carriles en las que el sobredimensionamiento favorece el estacionamiento no permitido en doble fila, el cual puede ser evitado reduciendo la calzada y ampliando el andén en la misma medida.

4.6.1.2 Reducción del ancho de los carriles

En caso de que no sea posible limitar el número de carriles de circulación, se puede reevaluar el ancho de cada uno de ellos, teniendo en cuenta que el nuevo dimensionamiento de los carriles favorezca la moderación de velocidad de circulación.

4.6.1.3 Reducción del espacio de estacionamiento

Esto se puede lograr simplemente mediante la supresión de alguna de las franjas asignadas para estacionar o a través de la conversión de una franja de estacionamiento en batería de parqueo en línea.

4.6.1.4 Ordenamiento de la zona peatonal

El reordenamiento de la zona peatonal permite aumentar el ancho efectivo de la misma. La selección del mobiliario urbano más adecuado para cada circunstancia o su agrupamiento menos entorpecedor, de tal manera que amplíen el espacio disponible, son ejemplos de dicho reordenamiento.

4.6.2 Cruces peatonales

Las intersecciones de las vías peatonales con las vías vehiculares son el escenario principal de conflictos y accidentes. Al mismo tiempo, los cruces son también un lugar clave para

el atractivo, comodidad y rapidez de los desplazamientos peatonales.

El peligro generado en el cruce con la vía motorizada y el riesgo de accidente con peatones involucrados son procesos independientes, es decir, no existe una clara relación entre estos dos parámetros. Si aumenta el peligro del tráfico, no necesariamente se incrementa el riesgo de accidente y viceversa. Del mismo modo, una determinada instalación para el cruce, percibida o real, puede producirse en diferentes condiciones de peligro y riesgo.

Desarrollando estas ideas, se puede apuntar como objetivo de las intervenciones en intersecciones los siguientes puntos:

- ♦ Reducción de la velocidad y por tanto el peligro de los vehículos.
- ♦ Reducción de la trayectoria o el tiempo de espera de los peatones.

La ubicación de estos cruces puede contribuir tanto a reducir la velocidad y el peligro del tráfico motorizado como a disminuir la trayectoria de recorrido de los peatones.

La idoneidad de la localización depende de su proximidad real o percibida a las líneas de deseo de desplazamiento de las personas. En relación con este punto, es importante reducir al mínimo los rodeos que han de dar los peatones para acceder a los puntos de cruce. Para ello es necesario revisar críticamente las necesidades de acumulación de vehículos y los radios de giro en las esquinas, ya que debido a la reducción del espacio de acumulación y de los radios de giro se contribuye a la restricción de la velocidad, tanto en la vía longitudinal como en la transversal.

Como un dispositivo de apoyo para el cruce peatonal, existen los refugios peatonales, los cuales son bastante prácticos en intersecciones de escaso flujo peatonal, en donde otros métodos estén menos justificados. La introducción de estas medidas en el centro de la calza-

da tuvo originalmente el objetivo de reducir el número de accidentes de peatones. Estos refugios disminuyen la velocidad de circulación por:

- ♦ Estrechamiento de la calzada.
- ♦ Efecto de pelotones por imposibilidad de adelantamiento entre vehículos.
- ♦ Efecto zigzag.

Fotografía 4.6

Cruce peatonal en una intersección semaforizada, con tratamiento texturizado diferencial.



Fuente:
Elaboración propia.

“El cruce de las calzadas es el problema más crítico de los peatones y donde se produce la mayor parte de los accidentes. Por ello, se precisa una protección adecuada a través de la señalización”¹¹.

El peatón que ha de cruzar una calzada toma la decisión de cruzar en función de la posición y velocidad de los vehículos que se acercan al cruce. En un estudio realizado en Londres, se encontró que el 75% de los peatones deciden cruzar la calle cuando un vehículo se acerca desde una distancia de 20 m, a una velocidad entre 10 y 15 km/h, pero si el vehículo circula a 30 o 40 km/h, sólo cruza el 25% de las personas. En realidad el peatón hace un rápido cálculo mental para comparar el riesgo y tiempo de espera, acelerando además su paso normal desde que se ve un vehículo que tarda

menos de siete segundos en llegar al punto por donde cruza. En esta estimación intuitiva, los peatones tienden a subestimar la velocidad de los vehículos más rápidos y la de los más pequeños, como por ejemplo las motos. El intervalo medio entre vehículos que requiere un peatón para cruzar una calzada de dos carriles suele estar comprendido entre dos y seis segundos.

La protección de los peatones al cruzar la calzada puede hacerse de tres formas:

- ♦ Con señalización que no supone un control absoluto (señales de paso de peatones, zonas escolares, cebras).
- ♦ Con semáforos.
- ♦ Con pasos a desnivel.
- ♦ Con elementos arquitectónicos acompañados de señalización.

Las señales reglamentarias de cruce de peatones o de zonas escolares son poco eficaces en las zonas céntricas de la ciudad. Son preferibles las cebras, en las que en muchos países tiene absoluta preferencia el peatón. Un complemento para la señalización reglamentaria son las barandas, que contribuyen a que los peatones utilicen los pasos expresamente destinados a ellos.

La protección de los pasos de peatones con semáforos en los casos en que están justificados por la importancia del paso o de la vía y en que es compatible su instalación con la capacidad de la intersección, es la más adecuada desde el punto de vista de la seguridad, cuando la intensidad de peatones que cruzan es importante (entre 750 peatones/h y 1000 peatones/h) en vías de dos calzadas de dos carriles cada una y en ambos sentidos vehiculares. Aunque cada caso específico debe ser estudia-

11. Guía para estudios de prefactibilidad técnica de pasos peatonales.

do con la finalidad de identificar la solución más adecuada desde el punto de vista de seguridad y movilidad. Para vías de mayor sección transversal no se recomienda semáforo peatonal por razones de seguridad vial y congestión. Se piensa que los peatones en general pierden tiempo cuando se instalan semáforos, pero ganan considerablemente en seguridad. La experiencia demuestra también que cuando existen semáforos, la mayoría de los peatones pasan por los pasos señalizados.

La protección total de peatones suele establecerse cuando se cumplen los siguientes requisitos:

- ◆ Siempre que se trata de un cruce de peatones en el centro de una manzana o próximo a una intersección donde no existen giros que interfieran con los peatones. Por ejemplo, en un cruce de dos calzadas de sentido único, siempre hay al menos dos pasos de peatones en que la protección es total.
- ◆ Cuando el número de peatones es tan importante que se justifica otorgar una fase especial para ellos, en cuyo caso, o bien se prohíben los giros que puedan interferir con el cruce de peatones, o se crean bahías suficientes para el almacenamiento de los vehículos que giran. Para conseguir esto, a veces se obliga a un recorrido mayor, separando el paso de peatones de la intersección.

Lo normal es que los peatones compartan total o parcialmente la fase en que se permita su paso, con algunos vehículos que realizan movimientos secundarios. Como la mayoría de los peatones inician el cruce inmediatamente después de iniciar su fase verde, puede ser interesante dividir la fase de peatones en dos partes: la primera exclusivamente para ellos, y la segunda compatible con el paso de algunos vehículos, en general los que giran a la derecha.

Cuando se trata de pasos para peatones en que la afluencia de éstos es muy variable y en general no muy intensa, son recomendables los semáforos accionados por los propios peatones mediante un botón destinado a ellos, conocidos como “semáforos actuados o semi-actuados”. El uso del botón no significa que el semáforo se pone en verde para el peatón inmediatamente después de pulsarlo, sino que en el ciclo se incluye normalmente una fase verde para el peatón. Si no se acciona el botón, esta fase se incorpora a la de otros movimientos (fotografía 4.7).

Un semáforo actuado no debe instalarse en vías de dos calzadas por sentido con más de dos carriles cada una. A no ser que dicha disposición se respalde a la luz de un estudio de tránsito detallado en el caso específico, y que viabilice desde todo punto de vista la solución.

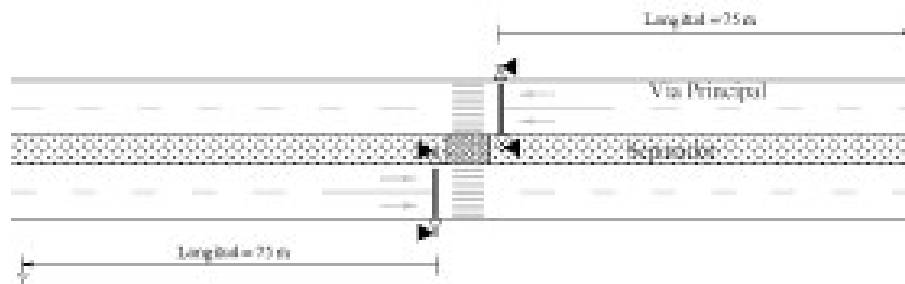
A no ser que dicha disposición se respalde a la luz de un estudio de tránsito detallado en el caso específico, y que viabilice desde todo punto de vista la solución.



Fotografía 4.7
Semáforo actuado peatonal. Avenida Boyacá con avenida Iberia.

Fuente:
Elaboración propia.

Figura 4.21
Semáforo
peatonal en
tramo de vía.



Fuente:
Elaboración propia.

Con la finalidad de identificar algunos criterios que permitan y faciliten la toma de decisiones en cuanto a la instalación de semáforos peatonales en vías de dos calzadas por sentido y dos carriles por calzada (3.6 m de ancho cada carril), se realizó un análisis de sensibilidad de tránsito con la ayuda del micro simulador de Synchro, especialmente haciendo variar el tránsito de la vía principal, su composición vehicular (% buses) y la optimización del semáforo peatonal, es importante anotar que el volumen peatonal en todos los ejercicios permaneció constante con un valor de 150 peat/hora.

El objetivo de la aplicación del método (a parte de que se convierte una guía para el estudio de casos específicos) es la determinación de los volúmenes máximos vehiculares que con semáforo peatonal de este tipo soportaría desde el punto de vista de congestión sobre las calzadas de la vía principal. Los resultados de este proceso se presentan en la tabla 4.4, donde se incluyen valores correspondientes a indicadores de tránsito como niveles de servicio, demoras por vehículo y tiempos de viaje, y también algunos indicadores ambientales.

Tabla 4.2
Análisis de
sensibilidad para
un semáforo
peatonal en un
tramo vial.

Tránsito		Indicadores tránsito				Indicadores ambientales			
Volumen vehicular principal (veh/h)	% Buses	Volumen peatonal (peatones/h)	Niveles de servicio	Demoras (seg/veh.) (h/veh.)	Tiempo de viaje (litros/veh.)	Consumo de combustible	Emisiones (gramos/veh.)		
							HC	CO	NOX
500	0%	150	A	2,00	0,005	0,046	0,028	0,710	0,181
1000	0%	150	A	5,00	0,006	0,045	0,027	0,636	0,164
2000	0%	150	B	11,70	0,006	0,042	0,024	0,507	0,131
2500	0%	150	F	80,50	0,020	0,068	0,036	0,558	0,115
3000	0%	150	F	183,50	0,036	0,101	0,053	0,694	0,121
500	20%	150	A	2,50	0,006	0,058	0,035	0,751	0,194
1000	20%	150	A	4,60	0,006	0,055	0,033	0,680	0,177
2000	20%	150	B	14,90	0,007	0,055	0,032	0,569	0,146
2500	20%	150	F	175,90	0,041	0,119	0,082	1,037	0,173
500	40%	150	A	2,00	0,005	0,068	0,043	0,811	0,213
1000	40%	150	A	4,10	0,007	0,090	0,054	1,000	0,262
1500	40%	150	A	8,20	0,006	0,066	0,039	0,687	0,180
2000	40%	150	E	44,20	0,015	0,080	0,055	0,804	0,183
2500	40%	150	F	498,10	0,126	0,274	0,271	2,956	0,332

Fuente:
Elaboración propia.

De los resultados se puede concluir:

- ♦ Las demoras vehiculares sobre la avenida principal no dependen de la variación del flujo peatonal, dado que esta variable depende más bien de los repartos del semáforo, es decir, el tiempo de verde disponible para el flujo vehicular directo. Si bien es cierto después de cierto volumen considerable de peatones se conforman colas de peatones que pueden causar traumatismos si no se tiene espacio disponible en el andén, apenas del aumento significativo del tiempo de espera.
- ♦ Cuando se tiene una vía principal con más de 2.000 vehículos solamente livianos en la hora de estudio, el funcionamiento del semáforo empieza a presentar problemas de congestión vehicular en la vía principal. Dado que las demoras son superiores a los límites establecidos. Desde un 40% de composición vehicular de pesados en la corriente vehicular principal, el límite antes mencionado se disminuye considerablemente a 1.500 veh/hr y en donde las demoras se trasladan a los pasajeros en la proporción considerada a partir de estos límites para el caso específico estudiado se recomienda la implementación de un puente peatonal. Para casos particulares y específico se debe hacer un análisis de tránsito detallado y así justificar o no las medidas.

Uno de los problemas que más preocupan en las ciudades, desde el punto de vista de la seguridad vial, es el de la protección de los cruces en zonas escolares.

Aunque se suelen presentar numerosas peticiones cuyo objeto es la instalación de un semáforo, porque se considera la protección más segura, no siempre ésta es la solución posible ni la más conveniente. Hay otros problemas,

independientes de la señalización, producidos por falta de formación y educación cívica de los niños, de los padres y de los maestros.

Ante la imposibilidad de disponer semáforos delante de cada escuela o en todos los cruces próximos a ellas y control policial ininterrumpidamente a las horas de entrada y salida de las escuelas, se ha llegado en muchas ciudades a establecer un sistema de cooperación con las propias escuelas, entregando señales portátiles para que con ellas un grupo de profesores o alumnos protejan el paso de los niños.

4.6.3 Pasos peatonales a desnivel

El puente peatonal es un componente del espacio público y del sistema vial que facilita el cruce peatonal sobre vías con alto volumen de tránsito sin riesgos, con alto volumen de tránsito sin riesgos para la integridad física de los usuarios. Se presenta como alternativa ante el cruce peatón-vehículo-vía, cuando éste no es posible hacerlo a nivel y cuando las circunstancias específicas del sector lo exigen como única solución viable y segura.

El peatón es un factor muy importante en cualquier problema de circulación urbana, especialmente desde el punto de vista de su seguridad. La mayoría de las veces, o bien conoce poco las normas del tránsito, o es poco consciente de sus deberes dentro del conjunto de la circulación, lo que es un factor negativo para su propia seguridad. Las actitudes de los peatones son más diversas que las de los conductores y obedecen con menor rigor a las normas específicas y a la señalización. Ello hace más difícil ordenar o coordinar sus movimientos y mejorar su seguridad.

Desde el punto de vista de la seguridad del peatón y de la capacidad de las vías, la solución ideal es la separación en distintos niveles de peatones y vehículos, bien sea mediante pasos elevados sobre la calzada o subterráneos.

Paso a desnivel es el cruzamiento a diferentes elevaciones de un camino con personas o animales y otra vía terrestre. El cruzamiento a diferente elevación tiene por objeto permitir el tránsito simultáneo, lo cual se logra por medio de estructuras.

La estructura de separación de niveles debe adaptarse a los alineamientos horizontal y vertical, así como a la sección transversal de las vías que se cruzan, puesto que la estructura debe subordinarse al camino y no el camino a la estructura. La influencia de la topografía es predominante y el proyecto debe adaptarse a ella. La topografía no favorece ningún proyecto en particular.

Los pasos peatonales a desnivel pueden ser de dos tipos: pasos superiores e inferiores.

Pasos superiores

Son aquellos en que el camino peatonal pasa arriba de otra vía de comunicación terrestre. Los pasos superiores ofrecen mejores posibilidades para la construcción por etapas, tanto del camino como de la estructura, sin que la inversión original sufra perjuicios apreciables.

En cuanto al aspecto estético, es mejor elaborar un proyecto en el cual la vía más importante sea el superior. Es posible, así, tener una visión amplia desde lo alto de la estructura y sus accesos, y además los conductores experimentan sólo una sensación mínima de restricción. Las ventajas de éstos son las siguientes:

- ♦ No interfieren con los servicios públicos subterráneos.
- ♦ Para los peatones en general, son más agradables desde el punto de vista del orden público en horas nocturnas.
- ♦ Se estiman como más económicos, pudiendo llegar los costos a estar en relación de 1 a 10.
- ♦ Los pasos a desnivel para peatones generalmente suponen un aumento en reco-

rrido y tiempo para cruzar, y por ello una parte de los peatones se resisten a utilizarlos. Es importante hacerlos atractivos e instalar barreras en las aceras para orientar al peatón hacia el paso a desnivel.

- ♦ Es ideal, desde el punto de vista del peatón, que se le instalen escaleras mecánicas desde la superficie de la calle, si las consideraciones de diseño dan como recomendación la construcción de un paso en una intersección con topografía quebrada.
- ♦ En zonas urbanas pueden presentarse problemas de visibilidad en terrenos planos debido a las edificaciones existentes y a la estrechez de algunas calles de acceso.
- ♦ Cuando se hace necesaria la separación de niveles, los terrenos planos no son generalmente los que brindan mayores facilidades de diseño y construcción de pasos subterráneos, pues requieren remover grandes volúmenes de tierra, hacer tratamientos a los taludes, recubrirlos con muros de contención, además de los problemas que se presentan por drenaje cuando alguna calzada, senda o paso se diseña por debajo del nivel del suelo.

Pasos inferiores

Son aquellos en que el camino peatonal pasa debajo de otra vía de comunicación terrestre. Existe cierta ventaja para el tránsito que circula por un paso inferior porque los conductores advierten fácilmente la presencia de la estructura. Esto no causa sensaciones de restricción lateral al conductor.

Un paso inferior puede ser más ventajoso en donde éste pueda construirse, apegándose al terreno natural sin cambios bruscos de pendiente. Sus ventajas son las siguientes:

- ♦ Menor desnivel que debe salvar el peatón.
- ♦ Menores inconvenientes estéticos y visuales desde el punto de vista de la calle.

- ♦ Si las condiciones atmosféricas son malas, resultan más confortables.

En general en zonas céntricas se utilizan más los pasos subterráneos y en zonas periféricas, menos pobladas y con más espacio, los pasos elevados.

El problema fundamental, y por el cual no se adoptan pasos subterráneos en los puntos estudiados, es la desviación evidente de los servicios públicos existentes en el subsuelo, tales como la red de acueducto y alcantarillado, lo que encarece considerablemente su construcción, además de los inconvenientes en el drenaje, condiciones topográficas planas o alto nivel freático.

4.6.4 Pompeyanos

Los pompeyanos son elementos físicos contenidos en la infraestructura vial, implementados en grandes ciudades recientemente para apaciguar el tránsito y de esta manera brindarles a los usuarios un mayor grado de seguridad y prioridad a la circulación de peatones y ciclistas (fotografía 4.8).

Una de las solicitudes más comunes por parte de la comunidad hacia las entidades municipales es justamente permitir la construcción de resaltos o pompeyanos. Dentro del contexto del presente manual se han establecido algunas pautas y lineamientos que hay que tener en cuenta en la prefactibilidad de la instalación de resaltos y pompeyanos, las cuales están descritas en el numeral 4.5.2.

Con la finalidad de reforzar el análisis de prefactibilidad de un resalto o pompeyano para el desarrollo de este manual, se realizó un ejercicio de simulación con el soporte del programa Synrho, y con él se lograron a resultados interesantes en la visualización de los volúmenes de referencia que permitirían que la instalación de un elemento de este tipo, no se oca-

sionen problemas de congestión y taponamientos de las intersecciones adyacentes al sitio o sitios en estudio.

El análisis de sensibilidad de índole analítica se realizó teniendo en cuenta la implementación de un pompeyano o resalto en una vía secundaria de dos carriles de 3,60 m cada uno en inmediaciones al cruce de ésta con una vía principal de doble calzada con tres carriles por calzada de 3,60 m cada uno. También se adoptó la composición vehicular en ambos movimientos vehiculares corresponde al 100% de tránsito con vehículos livianos. El dispositivo de control utilizado para las simulaciones fue de un “ceda el paso”, sobre la vía secundaria donde se tuvo en cuenta una disminución de la velocidad en la proximidad a la intersección en estudio. Adicionalmente se supuso una disminución de la velocidad en la vía secundaria de 50 km/hr a 40 seg/hr por la presencia del pompeyano (figura 4.22).

En la Tabla 4.3 se presentan los resultados del análisis de sensibilidad correspondiente a un volumen en la vía principal de 500 veh./h sin tránsito peatonal y de donde se concluye lo siguiente: a medida que se aumenta el volumen vehicular en la vía secundaria, se incrementan los valores de los indicadores de eficiencia de la intersección en determinadas condiciones de tránsito. Para un volumen ma-



Fotografía 4.8
Pompeyano sobre la carrera 17 por calle 85.

Fuente:
Elaboración propia.

Tabla 4.3
Análisis de sensibilidad de pompeyanos para un volumen en la vía principal de 500 veh./h sin tránsito peatonal.

Tránsito		Indicadores tránsito			Indicadores ambientales			
Volumen vehicular principal (veh./h)	Volumen vehicular secundario (veh./h)	Niveles de servicio	Demoras (seg./veh.)	Tiempo de viaje (h/veh.)	Consumo de combustible (litros/veh.)	Emisiones (gramos/veh.)		
						HC	CO	NOX
500	100	A	0,40	0,005	0,049	0,028	0,728	0,184
	200	A	0,50	0,006	0,051	0,030	0,773	0,195
	300	A	0,70	0,006	0,053	0,031	0,808	0,202
	400	A	0,80	0,006	0,054	0,032	0,835	0,208
	500	A	0,90	0,006	0,055	0,033	0,858	0,213
	600	A	1,00	0,006	0,056	0,034	0,872	0,215
	1000	A	1,60	0,007	0,057	0,035	0,898	0,221
	1500	A	2,50	0,007	0,057	0,035	0,879	0,216
	2000	A	4,40	0,008	0,057	0,034	0,834	0,203
	2500	C	16,60	0,011	0,060	0,035	0,787	0,183
	2600	E	35,60	0,016	0,070	0,040	0,820	0,180
	2700	F	84,00	0,030	0,097	0,053	0,952	0,187
	2800	F	140,90	0,046	0,131	0,071	1,123	0,198
2900	F	209,50	0,065	0,170	0,091	1,328	0,213	
3000	F	267,60	0,081	0,204	0,108	1,502	0,225	

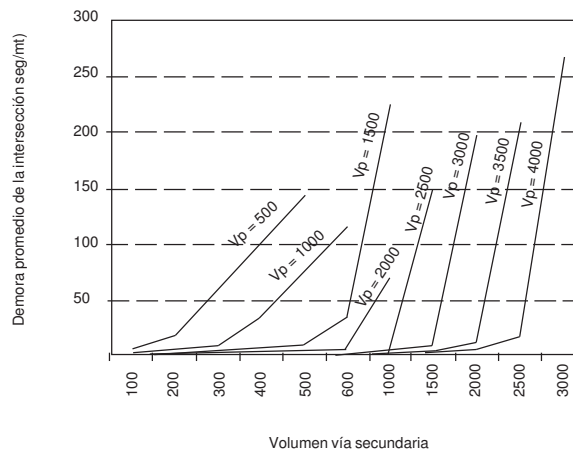
Fuente:
Elaboración propia.

por de los 2.500 vehículos por hora (en tres carriles), comienza la intersección a tener problemas de congestión ratificados con altos niveles de servicio, significando la inconveniencia de implementar un pompeyano en la vía secundaria con 500 vehículos, hora y sin flujo de peatones. Estos límites empiezan a dismi-

nuir en la medida en que aumente el volumen sobre la vía principal (figura 4.21).

Posteriormente se realizaron los análisis de sensibilidad tomando en cuenta la variación de los volúmenes de peatones sobre el pompeyano en la vía secundaria, y para cada caso se determinaron los límites o volúmenes

Figura 4.21
Variación de las demoras promedio según volumen principal.



Fuente:
Elaboración propia.

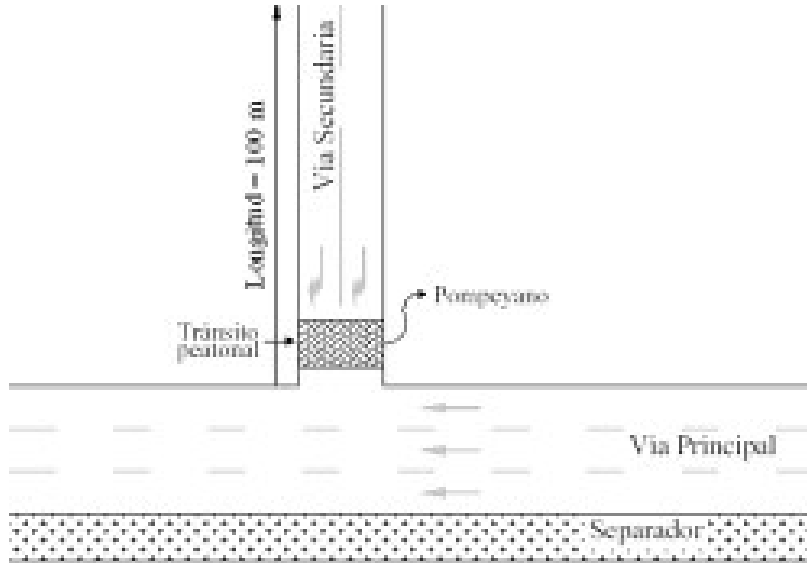


Figura 4.22
Caso pompeyano
en vía secundaria,
intersección en "T".

Fuente:
Elaboración propia.

máximos en la vía secundaria que permiten un adecuado funcionamiento de la intersección. En el caso en que se superen estos límites, no se recomendaría la implementación de

un pompeyano en intersecciones con las características similares a las que se consideran en este. Los límites se presentan en la Tabla 4.4.

Por ejemplo, si en un caso específico se

Volumen máximo en la vía secundaria con dos carriles de 3,60 m (veh./h)								
Volumen peatonal en la vía secundaria en ambos sentidos (peat./h)	Volumen vía principal con tres carriles de 3,60 m (veh./h)							
	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
0	2500	2100	1700	1200	900	500	250	150
100	2500	2000	1500	1000	500	500	-	-
200	2000	1500	1500	750	750	500	-	-
300	1500	1250	1000	750	750	250	-	-
400	1250	1000	750	750	500	250	-	-
500	1000	750	750	750	500	250	-	-
600	750	750	750	750	250	-	-	-
700	750	750	750	500	250	-	-	-
800	750	750	500	500	-	-	-	-
900	750	500	500	250	-	-	-	-
1000	750	500	500	250	-	-	-	-
1100	750	250	250	250	-	-	-	-
1200	500	250	250	250	-	-	-	-
1300	250	250	150	150	-	-	-	-
1400	250	250	150	-	-	-	-	-
1500	250	150	-	-	-	-	-	-

Tabla 4.4.
Volumen máximo en la vía secundaria para instalación de pompeyanos.

Fuente:
Elaboración propia.

tiene una vía principal con 1500 veh/hr, un volumen peatonal de 300 peat/hr, se consideraría que el máximo volumen en la vía secundaria para viabilizar la construcción de un pompeyano en las condiciones preestablecidas es 1250 veh/hr. Así mismo para un volumen en la vía principal superior a los 3000 veh/hr ya no es viable la implementación de un pompeyano ya que causaría problemas de congestión en la intersección.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gloria Lucía Muñoz Uribe - Rodrigo Salazar Pineda. *La pacificación del tránsito o tránsito calmado*. Noviembre de 2001.
- Institution of Highways and Transportation. IHT Transport in the Urban Environment. Reino Unido, 2000. Capítulo 20.
- Alfonso Sanz Alduán, Calmar el Tráfico, Ministerio de Fomento, Madrid, España, 1998
- Highways (Road Humps) Regulations 1990.
- The Road Humps (Scotland) Regulations 1990.
- TRL Project Report 186 - Traffic Calming - Road hump schemes using 75mm high humps.
- The Grounding of Vehicles on Road Humps - David C Webster, Traffic Engineering and Control July/August 1993.
- TR Project Report 18 - Road Humps for Controlling Vehicle Speeds.
- TRL Project Report 32 - Speed Control Humps - A Trial at TRL.
- TRL Report 174 - The Environmental Assessment of Traffic Management Schemes: A literature review.
- TRL Report 182 - Traffic Calming - Four Schemes on Distributor Roads.
- Plan Director Ciclable 2003 - 20016. La Bicicleta como Medio de Transporte, 2002.
- Recomendaciones para el Diseño de Glorietas en Carreteras Suburbanas, Dirección General de Carreteras, Madrid, 1995.
- Guía para estudios de prefactibilidad técnica de pasos peatonales. Instituto de Desarrollo Urbano, Santa Fé de Bogotá D.C, julio de 1998.

Glosario

A

abocinamiento. Se crea mediante el empleo de una serie de dispositivos de canalización emplazados a efectos de sacar a los vehículos de su trayectoria normal, al comienzo del área de actividad, y volverlos, al término de ésta, a su trayectoria normal.

accesibilidad. Condición que permite, en cualquier espacio o ambiente, ya sea interior o exterior, el fácil y seguro desplazamiento de la población en general y el uso en forma confiable, eficiente y autónoma de los servicios instalados en esos ambientes.

accesibilidad de estación. Medida de la habilidad de toda persona dentro de un área definida, para llegar a una estación de transporte específica.

accesibilidad de tránsito. Medida de la disponibilidad de viajar hacia y desde varios orígenes y destinos por medio de transporte, para toda persona. 2. Medida de la habilidad de toda persona para ir y venir desde su destino u origen últimos a la parada o estación de transporte más cercana.

accesibilidad de zona. En planeación, la medida de la habilidad de toda persona dentro de una zona, para viajar a otras zonas.

accesibilidad locacional. Se refiere a la proximidad a los puntos de embarque y desembarque en el sistema y la accesibilidad temporal referida a la frecuencia del servicio.

accesibilidad temporal. Se refiere a la frecuencia del servicio, derivada de la demanda que se va a atender, que a su vez se relaciona con la población del área servida por la ruta de transporte en evalua-

ción, obteniendo un intervalo entre vehículos sucesivos y, como consecuencia, un tiempo de espera medio.

accesibilidad para incapacitados. Grado en que ciertas instalaciones están libres de obstáculos y pueden utilizarlas gente incapacitada y con movilidad reducida, entre ellos los usuarios en silla de ruedas.

acceso a una intersección. Cada una de las calzadas o porciones longitudinales de calzada por donde el tránsito llega a una intersección.

acceso local. Calle que provee acceso para peatones y vehículos a propiedades que dan frente a ella, pero se usa para tráfico de larga distancia.

acceso sin límite. Concerniente al transporte, tener entrada y salida permitidas en cualquier punto, como en las calles urbanas o como en el servicio de taxi.

acceso, control de. Control de la entrada de vehículos en una vía variando la capacidad de un acceso, para admitir un volumen de tránsito que no pase de un valor fijado. No debe confundirse con limitación de acceso.

acceso, limitación de. Medida para favorecer el tránsito de paso en una vía, limitando total o parcialmente el ingreso a la misma.

acceso, limitación total de. Medida para dar preferencia absoluta al tránsito de paso en una vía, disponiendo que todos los cruces sean a desnivel y permitiendo solamente el acceso a ella por enlaces con vías principales.

accidentado. Víctima de un accidente.

accidentalidad. Circunstancias que favorecen la ocurrencia de accidentes.

accidentalidad, índice de. Definición numérica de la accidentalidad, que se obtiene dividiendo el número de accidentes que ocurren en un país, región, ciudad, vía o elemento de éstas, entre una medida del riesgo de accidentes como el volumen de tránsito o el tránsito total.

accidente, conato de. Incidente que casi llega a ser accidente y perturba la circulación del tránsito, pero no causa lesiones ni daños materiales.

accidente con daños materiales. Accidente del que resultan solamente daños materiales, sin muertos ni heridos.

accidente con heridos. Aquel en que una o más personas resultan lesionadas.

accidente con muertos. Aquel que causa la muerte de una o más personas.

accidente de tránsito. Suceso eventual o acción en la que involuntariamente resultan daños para personas o cosas y en cuya ocurrencia participa al menos un vehículo.

accidente de tránsito, informe de. Informe que contiene detalles sobre un accidente de tránsito y que se prepara generalmente usando un formulario o planilla especial.

accidentes, índice de mortalidad por. Relación entre las muertes ocasionadas por los accidentes y factores cualitativos que pueden contribuir a su ocurrencia, tales como la población.

accidentes, mapa de ubicación de. Mapa o plano en el que se muestra la ubicación de los accidentes por medio de puntos, alfileres u otras marcas.

accidentes, prevención de. Conjunto de actividades que se realizan para evitar accidentes.

accidentes, registro de datos de. Archivo de datos sobre accidentes.

accidentes, riesgo de. Lo que mide el grado en que se expone alguien o algo al peligro de accidentes.

accionamiento (detector). Acción y efecto de hacer funcionar un detector.

aceleración. Incremento de la velocidad en la unidad de tiempo.

acera. Parte de la vía, a lo largo de la calzada, destinada exclusivamente a la circulación de peatones.

acomodador. Empleado que a la entrada y a la salida de un estacionamiento público estaciona y saca el vehículo.

adelanto. Maniobra mediante la cual un vehículo se sitúa delante de otro u otros que lo precedían en el mismo carril de una calzada.

administración de riesgo. Elemento del sistema de administración de seguridad que evalúa la posibilidad de riesgos en la seguridad, considerando la aceptación, el control, o la eliminación de ciertos riesgos.

administración vial. Manejo de lo concerniente a la planeación, diseño, construcción, conservación y explotación de una red vial.

afluente de tránsito. Servicio local de transporte que provee a pasajeros conexiones a un servicio de transporte mayor. 2. Servicio de tránsito local que provee a pasajeros conexiones a un servicio arterial de línea principal, a una estación de servicio de tránsito expreso, tránsito rápido de tren, tren conmutador o estación de tren dentro de la ciudad o una parada o terminal de autobús expreso (Transmilenio).

aforo de tránsito. Conteo de los vehículos que pasan por uno o varios puntos de una vía durante un período de tiempo.

aforo permanente. Aforo de volúmenes de tránsito que se efectúa durante una semana, mes o año para conocer sus patrones de variación.

agente de tránsito. Funcionario con facultades para regular la circulación vehicular y peatonal, comprobar infracciones a las normas legales y obligar a cumplir dichas normas.

agrupación. En unidades de transporte, una situación que ocurre cuando la demanda de pasajeros es alta y los períodos de descanso en paradas son más largos de lo programado. Los intervalos entre unidades se acortan más de lo programado y se producen caravanas de unidades de tránsito (vehículos o trenes). El mismo efecto (una unidad de transporte alcanzada por la siguiente) puede producirse por la carencia de protección contra congestiones de tráfico generales en caminos, o por la sincronización de semáforos. La agrupación puede

volverse acumulativa y puede resultar en demoras a pasajeros y capacidad no utilizada.

alcance. Acción mediante la cual un vehículo llega tan cerca de otro que va delante de él, que deberá seguirlo o adelantarlo.

alcohol en la sangre, tasa de alcoholemia. Medida de la cantidad de alcohol en la sangre de un conductor, que se usa para determinar el efecto que puede tener el alcohol sobre su comportamiento.

alcohólica, prueba de detección. Procedimiento para determinar la tasa de alcohol en la sangre de un conductor mediante el examen del aire espirado por él.

algoritmo de Moore. Procedimiento numérico para determinar los caminos más cortos desde un nodo sencillo de origen, a cada otro nodo en una red.

algoritmo de ruta y control. Técnica numérica para asignar viajes (usualmente viajes por vehículo) a rutas y controlar flujo de tráfico simulando redes de transportación.

alineamiento. Concerniente al transporte, la planta vertical y horizontal de un camino, vía férrea, ruta de tránsito u otra instalación, tal como aparecería en los planos de planta y de perfil. El alineamiento se describe normalmente en los planos, usando datos técnicos, como grados de pendiente, coordenadas, nomenclatura y el uso de curvas verticales y horizontales.

alternativa preferida. En un análisis de alternativas, la opción preferida para implementarse sobre las otras estudiadas.

altura libre. Espacio libre medido en dirección vertical.

alumbrado. Conjunto de luces que alumbran una vía.

alumbrado, unidad de. Luminaria. Moderno farol de alumbrado que consta de una fuente de luz y elementos reflectores y refractores.

ambiental, impacto. Efectos que produce la acción humana en el medio ambiente.

amenaza. Peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural, de origen tecnológico o social que puede manifestarse en un sitio específico y en un tiempo determinado produciendo efectos

adversos en las personas, los bienes, servicios y el medio ambiente. Técnicamente se refiere a la probabilidad de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad, en un sitio específico y en un período de tiempo determinado.

amonestación. Notificación a un infractor de la falta que ha cometido, sin que se siga procedimiento judicial.

análisis cualitativo. Técnica abierta, detallada, o encuesta profunda, cuyos detalles generalmente no pueden proyectarse y no pueden sumarse por tabulación.

análisis de alternativas. Estudio detallado y una evaluación de varias opciones disponibles para el propósito de seleccionar una de ellas para su implementación. Idealmente, todas las alternativas factibles se investigarán.

análisis de área (unidad de análisis). Cualquier área geográfica, tal como una zona o grupo de zonas combinadas, para el propósito de hacer un análisis o estudio.

análisis de costo-beneficio. Técnica analítica que compara los costos sociales y los beneficios (medidos en términos monetarios) de programas propuestos o de acciones de póliza. Las pérdidas y ganancias identificadas, experimentadas por la sociedad, están incluidas y los beneficios netos creados por una acción son calculados. Las acciones alternativas se comparan para permitir la selección de aquella o aquellas (acciones alternativas) que cedan los mayores beneficios netos o la mejor proporción de beneficios y costos.

análisis de demanda. Estudio de los factores que afectan la demanda, llevado a cabo por medio de la recolección de datos y la utilización de varias técnicas analíticas para comprender la demanda.

análisis de efectividad del costo. Técnica analítica usada para escoger el método más efectivo para llevar a cabo un programa u objetivo de póliza. Los costos de alternativas son medidos por medio de sus requisitos de gastos monetarios calculados. La efectividad está definida por el grado de obtención de objetivos y puede medirse también (pero no necesariamente) en términos monetarios.

análisis de eslabones seleccionados. En planeamiento, un análisis de orígenes y destinos de

viajes asignados a un eslabón específico o eslabones específicos en una red.

análisis de impacto (evaluación de impacto).

En planeación del transporte, aquella parte del proceso en la cual se hace una evaluación de los efectos de un proyecto de transporte existente o propuesto, sobre factores o variables sociales, económicas y ecológicas, por ejemplo, acerca de la contaminación del aire, consumo de energía, accidentes y efectos socioeconómicos.

análisis de movimientos críticos. Técnica para programar un semáforo o calcular el nivel de servicio de una intersección semaforizada usando los movimientos de tránsito más intensos.

análisis de regresión. Técnica estadística para estimar la mejor relación matemática entre una variable dependiente y una o más variables independientes.

análisis de sensibilidad. Consiste en cambiar los datos para ver la incidencia sobre el resultado.

análisis de serie por tiempos. Un proceso analítico que separa los efectos de tendencia, temporada y ciclo, y es provechoso en el avalúo de demanda.

análisis factorial. Técnica analítica para identificar las interrelaciones principales entre las variables, usada frecuentemente en análisis de demanda de transporte.

ancho efectivo (peatonal). Ancho de zona peatonal, que puede utilizarse efectivamente para los movimientos peatonales, como es el caso de maniobra de sobrepaso sobre otro; debe descontarse el espacio utilizado por bolaridos, señales, hidrantes y otros obstáculos físicos que restringen los movimientos.

ancho libre. Espacio libre medido en dirección horizontal y transversal a una vía.

anegadiza. Zona que frecuentemente se inunda, peligrosa, insegura.

año de proyección. En lo concerniente a planeación, el año final de una proyección. Normalmente designa el año hacia el futuro para el cual se deberán designar las mejoras abarcadas en el plan de transportación.

año inicial. El año al cual la porción principal de los datos, recolectados en encuestas de transporte,

está relacionada. 2. El primer año de un período de planeación o de proyección.

área de servicio. En operaciones de transporte, el área geográfica para la cual se considera que un sistema de transporte debe servir, normalmente basada en distancias para caminar aceptables (como 0,4 kilómetros) desde puntos de servicio a pasajeros. Para pasajeros de trenes suburbanos que dependen del automóvil para el acceso de tales trenes, el área de servicio puede extenderse varios kilómetros.

área de tránsito. Área destinada para el derecho de paso, comúnmente en un centro comercial, usada para unidades de transporte (vehículos o trenes), normalmente en combinación con tráfico de peatones.

área de uso múltiple. Derecho de paso de transporte, utilizado para otros propósitos además del transporte; por ejemplo, un parque.

área urbanizada. Concentración de población mínima de 50.000 habitantes, generalmente consistente en una ciudad central y un territorio contiguo poblado densamente.

arribo. Viaje de vehículo o tren que termina su período de refacción en el garaje o patio. 2. Un vehículo o tren que regresa al garaje o patio.

arteria. Vía primaria cuyas intersecciones son controladas por semáforos en gran parte de su longitud, que conectan a los diferentes núcleos o zonas de la ciudad, de extensa longitud y con volúmenes de tránsito considerables. Pueden contar con pasos a nivel y desnivel, de uno o dos sentidos de circulación, con faja separadora o sin ella; puede tener carriles exclusivos para el transporte público de pasajeros, en el mismo sentido o contraflujo.

arteria de tipo radial. Vía arteria para llevar tráfico alrededor de un área urbana o una porción de ésta.

ascenso. Corresponde al hecho cuando un pasajero sube o aborda un vehículo de transporte público en un lugar de la vía, paradero o terminal.

ascenso, tiempo de (autobús). El que emplea un pasajero para subir a un vehículo de transporte colectivo.

asignación ajustada de viajes (al azar). Método probabilístico de asignación de viajes con ajuste

de la ruta de viaje de duración mínima, basándose en las diferencias de duraciones de viajes.

asignación de viajes (distribución de flujo, asignación de tráfico). En lo concerniente a planeación, un proceso por el cual los viajes, descritos por modalidad, propósito, origen, destino y hora del día, son distribuidos entre los caminos o rutas en una red, por un modelo entre varios.

asignación de viajes (limitación de la capacidad). Proceso iterativo por el cual el volumen distribuido a una ruta se compara con la capacidad de tal ruta y la velocidad en la ruta es ajustada, por consiguiente, para reflejar sus características de velocidad, volumen y densidad. Nuevas rutas de duración mínima se calculan al principio de cada iteración.

asignación de viajes todo-o-nada. Método de asignación de viajes en el que se distribuye el número total de viajes entre dos zonas a una sola ruta entre éstas, escogida normalmente basándose en la duración mínima de viaje.

asignación de viajes. Incremento de volumen. Método de asignación de viajes que calcula una aproximación del equilibrio de flujo, por medio del suministro de datos de incrementos fijos de tráfico y por medio del ajuste de velocidades de vínculo, para reflejar las relaciones de velocidad, volumen y densidad. Las rutas de duración mínima se calculan después de cada asignación de incremento.

asignación de viajes. Modificación alterna. Método de asignación de viajes en el que distribuyen viajes a rutas alternas, basándose en las duraciones (de viajes) o distancias relativas (o ambas) involucradas.

asignación determinista de viajes. Proceso de asignación de viajes sin elementos probabilísticos, que se traduce en un proceso que siempre producirá los mismos resultados cuando los mismos datos sean suministrados.

asignación dinámica de rutas. En sistemas de transporte activados por demanda, el proceso de modificación constante de rutas de vehículos, para satisfacer las solicitudes de servicio recibidas después de que el vehículo haya comenzado su operación, a diferencia de las rutas predeterminadas, asignadas a un vehículo.

asignación proporcional de viajes. Proceso de asignación de viajes que no resulta en una opción de todo o nada.

autobús. Vehículo con motor de combustión interna destinado al transporte de pasajeros que suele tener de 25 a 55 puestos.

autobús de línea. Autobús grande con espacio de equipaje, usado sobretodo para el transporte entre ciudades. Normalmente tiene asientos reclinables y baño.

autobús de transporte suburbano. Autobús motorizado diseñado principalmente para una carga de pasajeros sentados y para viajes más largos. Normalmente tiene una puerta frontal sencilla, asientos más confortables que los de un autobús urbano estándar, luces individuales para leer y espacios especiales para equipaje o paquetes.

autobús escolar. Vehículo destinado al transporte de escolares al plantel de enseñanza y de regreso de él.

autobús expreso. Servicio de autobús con un número limitado de paradas, ya sea de un área de abordar directamente a un destino específico, o en un corredor particular con paradas en ruta en puntos mayores de transbordo, o centros de actividad. El servicio expreso de autobús usualmente utiliza autopistas o vías de solobús donde existan.

autobús intermunicipal. Autobús destinado al transporte de pasajeros a largas distancias, que generalmente posee espacio adecuado para llevar equipaje.

autobús local. Servicio de autobús que recoge y descarga pasajeros en frecuentes y designados lugares (paradas) en calles de la ciudad.

autobús urbano normal. Autobús motorizado diseñado para una cantidad máxima de pasajeros sentados y de pie, en un viaje corto de servicio de paradas frecuentes.

autobuses, carril para. Carril destinado a autobuses por reglamentación especial, señales y marcas.

autobuses, vía para. Vía dedicada exclusivamente al tránsito de autobuses (vía solobús).

automóvil. Vehículo con propulsión propia destinado al transporte de no más de ocho personas.

autopista. Carretera dividida con control total de accesos y con dos o más carriles para el uso exclusivo de tráfico en cada dirección. Las autopistas proporcionan el flujo sin interrupciones. No hay ninguna intersección señalizada o elemento que detenga el flujo o lo controle, el acceso directo y de la propiedad adyacente no se permite, quedando únicamente permitido el acceso a la autopista en las situaciones donde se presenten rampas. Las direcciones contrarias de flujo están continuamente separadas por una barrera levantada, un separador a nivel, o un separador levantado continuamente.

autopista, control de egreso de. Regulación del tránsito que sale de una autopista.

autopista, control de ingreso a. Limitación del volumen de tránsito que entra en una autopista con el fin de que la densidad del tránsito en ella no pase de cierto valor.

avalúo de necesidades. En el planeamiento de transportación, la técnica de estimar los servicios y materiales necesarios para satisfacer la demanda de servicio de transportación.

avenida. Arteria o calle céntrica ancha e importante por el alto nivel de actividades humanas que tienen lugar a lo largo de ella y el prestigio de los edificios que la bordean. Suele tener árboles a ambos lados y otros elementos que realzan su aspecto.

B

bahía de estacionamiento. Parte complementaria de la estructura de la vía utilizada como zona de transición entre la calzada y el andén, destinada al estacionamiento de vehículos.

bahía para autobuses. Ramal o ensanchamiento de un camino que permite a los autobuses detenerse, sin obstruir el tráfico, durante el tiempo de recuperación o mientras lo abordan o bajan los pasajeros. Está diseñada para permitir al autobús fácil acceso al flujo de tráfico. 2. Área diseñada para una parada, estación, terminal o centro de transbordo, en la cual un autobús se detiene para permitir a los pasajeros abordar o bajar. 3. Carril para el estacionamiento o almacenaje de autobuses, en un garaje, frecuentemente para propósitos de mantenimiento.

banco de información. Recopilación de datos, de los que se deriva la información y a partir de la cual se pueden tomar las decisiones. 2. Una recopilación no redundante de partidas de datos procesables por uno o varios programas de computador.

banderero. Persona que dirige el tránsito en un tramo de vía en construcción con una bandera o señal portátil.

barrera de seguridad. Dispositivo que se emplea para defender a los vehículos que se desvían hacia sitios peligrosos. Se suele colocar por fuera de bermas, en medianas, o como separador.

barrera peatonal. Barrera física que se coloca para evitar que los peatones crucen una calzada por sitios indeseables.

berma. Porción contigua a la calzada de una vía, para detener vehículos en casos de necesidad urgente, proporcionar una franja para el paso de peatones y bestias, y servir de soporte lateral a la calzada.

bifurcación. Lugar donde una calzada se divide en dos.

bombeo. Convexidad transversal que se da a la superficie de una calzada en recta para facilitar el desagüe.

brazos del nodo (lisa). Accesos a la intersección, incluye ángulo de entrada, número de carriles y movimientos en las entradas y salidas del nodo.

brecha aceptable. Brecha entre dos vehículos sucesivos que usa el conductor de un tercer vehículo para efectuar una maniobra de cruce o confluencia.

brecha crítica. Mediana de las brechas mínimas aceptables para cruzar o incluirse en una corriente de tránsito preferente, es decir, el valor que se espera acepte un 50% de los conductores y rechace otro 50%.

brecha de seguimiento. Brecha entre dos vehículos que van tan cerca uno del otro que la velocidad del vehículo precedente puede afectar la del siguiente.

brecha de seguimiento mínima. La menor de estas brechas que tolera un conductor en determinadas circunstancias.

brecha mínima aceptable o segura. Mínima brecha entre dos vehículos que acepta el conductor

de un tercer vehículo para efectuar una maniobra de cruce o confluencia. 2. Tiempo mínimo de brecha vehicular que debe estar disponible en la corriente de tránsito para permitir el cruce de peatones sin ocasionar interferencias ni peligro potencial a ninguna de las partes en conflicto.

brecha restante. A partir de un instante dado, tiempo que tarda en llegar a un punto de una vía el frente del próximo vehículo que viene.

brecha vehicular. Tiempo transcurrido desde el instante en que pasa la parte trasera de un vehículo por un punto en la calzada hasta cuando pasa la parte delantera del siguiente vehículo por el mismo punto. Las brechas normalmente se expresan en segundos.

bus articulado. Bus formado por dos cuerpos rígidos unidos a través de una conexión flexible. Esta conexión permite que los pasajeros pasen de un cuerpo del bus al otro. Los buses articulados tienen una longitud aproximada de 18 metros y una capacidad para alrededor de 160 pasajeros.

C

calibración. Asignación de valores numéricos observados en el mundo real a ciertas constantes de un modelo simbólico (véase modelo simbólico).

calidad de viaje. Medida del nivel de comodidad que el pasajero recibe en un vehículo en marcha, incluyendo la vibración en intensidad o frecuencia, aceleraciones (longitudinales, transversales y verticales), tirones, declives, desviaciones y recorrido.

calidad del tránsito. Efectividad de la circulación del tránsito que se manifiesta generalmente por su fluidez.

calle ciega. Calle local con acceso solamente por un extremo y sin disposición especial para el retorno de vehículos.

calle colectora. La que tiene como fines igualmente importantes: 1) conducir el tránsito de calles locales a arterias y viceversa, y 2) dar servicio a las propiedades colindantes.

calle de doble sentido. Calle donde el tránsito circula en ambos sentidos.

calle de sentido reversible. Calle en la cual el tránsito circula en un sentido en ciertas horas del día y en sentido contrario en otras.

calle de sentido único. Vía urbana donde se permite la circulación del tránsito sólo en un sentido.

calle local. La que está destinada principalmente a dar acceso a propiedades.

calle modo mixto. Calle que lleva tráfico mixto, es decir, que no tiene carriles exclusivos de tránsito o carriles de prioridad para tránsito.

callejón. Calle estrecha, a veces sin aceras, que corre entre paredes, casas o elevaciones de terreno.

calzada dividida. Calzada de doble sentido que tiene un separador que la divide en dos porciones, una para cada sentido del tránsito (generalmente).

cambio de aceleración. Proporción de tiempo del cambio de la aceleración o desaceleración de un vehículo, metros por segundo al cubo.

camión. Vehículo automotor para transportar carga.

camión combinado. El que consta de una unidad tractora articulada a un remolque, a un semirremolque, o a ambos elementos.

camión rígido. El que tiene dos ejes, el motor y la carrocería montados en el mismo chasis.

camión tractor. Vehículo destinado a arrastrar un remolque o a llevar parte del peso de un semirremolque.

camioneta compartida. Acuerdo para efectuar viajes conjuntos organizados, en el cual un número de personas viajan juntas en una camioneta (van), en forma regular. La camioneta puede ser propiedad de una compañía, de un individuo, puede ser rentada, o ser propiedad de un tercero. Los gastos son compartidos y normalmente maneja un conductor voluntario regular.

campo visual. Espacio que abarca la vista cuando el ojo está inmóvil.

campo de visión periférica. El campo visual es la porción del espacio en que los objetos laterales son percibidos simultáneamente al mirar un punto fijo e inmóvil.

canalización. Obstáculos o marcas que se ponen en las vías para obligar a las corrientes vehiculares a seguir ciertas trayectorias.

capacidad. En tránsito, es el máximo número de peatones o vehículos que de manera razonable se pueda esperar pasen por un punto o tramo uniforme de un carril o calzada durante un período de tiempo dado, en condiciones imperantes o prevalecientes de vía, tránsito y control. 2. En lo concerniente al transporte, la cantidad máxima de pasajeros que pueden ser transportados por una sección dada de una línea de transporte en una dirección, durante un período de tiempo dado (normalmente una hora), en condiciones de tráfico prevalecientes y diseño de estándares de confort. 3. En vehículos, la cantidad total de espacios o personas que un vehículo puede aceptar.

capacidad de adelanto. Oportunidades de adelanto que ofrece normalmente un tramo de vía.

capacidad de diseño. Capacidad que se debe dar a una vía que se proyecta o diseña para que circule satisfactoriamente por ella el tránsito directriz o de diseño.

capacidad de flotilla. Cantidad total de espacios para pasajeros en todos los vehículos de una flotilla de transporte.

capacidad de línea. Es la relación entre el número de frecuencias ofrecidas y la capacidad del autobús para un determinado tiempo.

capacidad de línea máxima. Es la capacidad de línea pero en el período de máxima demanda.

capacidad de pasajeros de pie. Cantidad de pasajeros que pueden ser acomodados en un vehículo en estándares de comodidad específicos, expresada en área por pasajero de pie.

capacidad de pasajeros sentados en vehículo. Cantidad de asientos para pasajeros en un vehículo.

capacidad de vehículo. Cantidad máxima de pasajeros para la cual el vehículo está diseñado para acomodar confortablemente, tanto sentados como de pie; a veces puede referirse únicamente al número de asientos.

capacidad máxima de pasajeros. Capacidad máxima posible de pasajeros en un vehículo, que es

la capacidad en la cual un pasajero adicional no puede entrar sin causar serias incomodidades a los otros.

capacidad nominal del vehículo de transporte. Número total de pasajeros que puede movilizar un vehículo de transporte público en condiciones de comodidad, representado por la cantidad de sillas y por la densidad de ocupación del espacio reservado para el transporte de los pasajeros de pie.

capacidad teórica de la línea. Cantidad máxima de unidades de transporte (vehículos o trenes), o de espacios de pasajeros, que pueden ser movilizadas en un segmento de la línea durante un período de tiempo dado, con cada unidad de transporte operando a la distancia mínima de seguimiento que el control del sistema permite. Las condiciones reales de operación pueden reducir esta capacidad.

capacidad transportadora. Número de vehículos requeridos y exigidos para la adecuada prestación de los servicios de transporte autorizados a una empresa de transporte.

capacidad vial. Máximo número por hora de personas o vehículos que lógicamente se pueda esperar pasen por un punto o tramo uniforme de un carril o calzada durante un período de tiempo dado, en condiciones imperantes de vía, tránsito y control.

capacidad, restricción por. En los procedimientos de asignación de tránsito, empleo de la relación entre la velocidad y la utilización de la capacidad vial para estimar la velocidad en un arco de una red de transporte.

carga por eje. Carga que soporta un eje de un vehículo.

carga y descarga, zona de. Tramos cortos de carril donde se prohíbe el estacionamiento con el fin de reservarlos para la carga y descarga de vehículos.

cargamento. Conjunto de cosas que transporta un vehículo o su peso.

carretera de peaje. Carretera que sólo se puede usar mediante el pago de un peaje o cuota.

carretera para tráfico vehicular (motorizado). Aquella porción de la carretera, construida, diseñada o comúnmente usada para tránsito moto-

rizado, con excepción de la berma o banqueta. Si una carretera incluye dos o más caminos separados, el término indica cualquiera de los caminos por separado, pero no colectivamente.

carretera regional, carretera secundaria. La que se destina a recorridos de mediana longitud dentro de una región y se suele vincular a una o más carreteras nacionales.

carretera, calle o camino. Términos generales que denotan una vía pública, para propósitos de viajes de vehículos, incluyendo el área completa dentro de la propiedad usada para el derecho de paso de tránsito público. Los usos recomendados son los siguientes: en áreas urbanas, carretera o calle en áreas rurales, calle o camino. 2. Calle, en uso general común, se refiere al camino para viajes de vehículos, tal como se distingue de las aceras (el camino para peatones).

carril auxiliar. El que se añade a una calzada en un tramo corto para facilitar cambios de velocidad, vincular un ramal de entrada con otro de salida, o para suplementar en cualquier otra forma los carriles de tránsito directo.

carril compartido. Cuando dos o tres movimientos comparten un mismo carril

carril de aceleración. Carril de cambio de velocidad destinado a aceleraciones.

carril de adelanto. El que está dispuesto para que unos vehículos sobrepasen a otros.

carril de cambio de velocidad. Porción adicional de calzada que brinda espacio adecuado a los vehículos para acelerar o desacelerar sin estorbar a otros vehículos.

carril de circulación. El que se destina a la circulación de vehículos.

carril de contraflujo. Carril de carretera o calle en el cual los vehículos van en dirección opuesta a lo que sería el flujo normal de tráfico en tal carril. Tales carriles pueden ser permanentemente designados como carriles de contraflujo o, de manera más normal, pueden ser usados como carriles de contraflujo únicamente durante ciertas horas del día. Con frecuencia, el uso de un carril de contraflujo está restringido al transporte público y (posiblemente) a otros vehículos especialmente designados.

carril de contrasentido. Carril con sentido de circulación contrario al principal del grupo de carriles a que pertenece.

carril de desaceleración. Carril de cambio de velocidad destinado a desaceleraciones.

carril de desviación por la berma. Carril de paso directo que se construye habilitando para el tránsito un tramo de berma de una carretera.

carril de estacionamiento. El que se destina al estacionamiento de vehículos.

carril de giro. El que está reservado para los vehículos que giran.

carril de giro a derecha. El que está reservado para los vehículos que giran a la derecha.

carril de giro a izquierda. El que está reservado para los vehículos que giran a la izquierda.

carril de paso directo. Carril que se añade a un acceso a una intersección para favorecer el movimiento directo o de frente. Suele utilizarse en intersecciones en T. Carril destinado al movimiento de tránsito directo.

carril de paso libre en rampa de entrada controlada. Forma de trato especial, en la cual un carril para pasar libremente en rampas de vías rápidas de acceso controlado es provisto para el uso exclusivo de vehículos que lleven muchos pasajeros.

carril de transporte colectivo. Carril para vehículos que lleven muchos pasajeros, que está marcado físicamente con diamantes pintados en el pavimento y a menudo indicado también por medio de signos en forma de diamante.

carril exclusivo. Carril reservado para ejecutar cierta clase de movimiento, como el giro a la izquierda, o para ser usado por un tipo especial de vehículo como el autobús o taxi.

carril exclusivo para vehículos de alta ocupación. Carril de carretera o calle, reservado para autos de alta ocupación o camionetas (vans) compartidas.

carril exclusivo para vehículos de transporte. Carril de carretera o de calle, reservado para autobuses, vehículos de tren ligero o ambos.

carril para bicicletas o ciclocarril. Es una porción de la calzada que se ha designado mediante

señalización y demarcación del pavimento para el uso preferencial o exclusivo de bicicletas. El ciclo-carril puede estar semiprotectado por bordillos o resaltos que disuadan la invasión por parte de los automotores, pero que puedan ser franqueados en caso de requerirse.

carril reversible. Carril en que se cambia el sentido de la circulación periódicamente.

carril, fin de. Terminación de un carril de una calzada en cierto punto, lo que requiere normalmente una transición, si no se hace en una intersección.

carril, primer. Generalmente se denomina así al carril de la derecha de una calzada de más de dos carriles, en el sentido del tránsito.

carril, señal de control de. La que indica una reglamentación especial para uno o más carriles de una calzada.

carril, señal luminosa de. Señal que exhibe indicaciones luminosas para controlar el sentido de la circulación en un carril reversible.

carriles convergentes. Carriles que se aproximan hasta que convergen en uno.

caseta de cobro. Local que aloja a la persona que controla la entrada o salida de un estacionamiento o de un peaje y que cobra el valor del mismo.

censo. Tipo especial de muestreo donde la población completa es observada.

central de carga. Conjunto de instalaciones para facilitar la recepción, remisión, agrupación, fraccionamiento, almacenamiento y distribución de la carga que llega y sale de una ciudad por camión.

centro de control (semáforos). Sala o salas que contienen el equipo de cómputo, pantallas, mapas y mandos para controlar un sistema computarizado de semáforos.

centro de transporte. Parada o estación en el punto de encuentro de varias rutas o líneas de diferentes modalidades de transporte. Está ubicado en la calle o está apartado de ésta y es designado para controlar el movimiento de unidades de transporte (vehículos o trenes), al igual que el abordaje, descarga y transbordo de pasajeros entre rutas o líneas. En tal caso también es conocido como un centro de transbordo o entre diferentes modalidades (también conocido como centro de intercambio modal o como una facilidad de transbordo intermodal).

centro generador de viaje. Sitio o lugar que por sus características de alta afluencia de público, como centros comerciales, universidades, hospitales, genera considerables volúmenes de viajes desde éstos.

centroide. En lo concerniente a planeación, un punto dentro de una zona de tráfico o distrito escogido como representativo del centro de las actividades generadoras de viajes de la zona o distrito.

chicanas o zigzag. Estructura para reducción de velocidad, constituida por dos o más salientes contruidos alternadamente en cada lado de la vía. Se recomienda ubicarlos en el orden de 10 a 15 m el uno del otro para tener una mejor efectividad en la reducción de la velocidad.

ciclorruta. Ciclovía físicamente separada del tránsito automotor por un espacio abierto o por una barrera, ya sea dentro de los derechos de vía de la carretera o con un derecho de vía propio e independiente. Cuando esta ciclovía discurre por espacios abiertos, tales como parques, pasillos verdes y bosques, se suelen llamar senderos para bicicletas o ciclosenderos; allí pueden compartir los derechos de vía con los peatones.

ciclovía. Nombre genérico para el conjunto de instalaciones especializadas o lugares destinados para la circulación de bicicletas. Puede ser cualquier carretera, sendero o vía donde sea permitido el tránsito de bicicletas, ya sea en forma exclusiva o compartida con los otros modos de transporte. En Bogotá se instalan ciclovías temporales los domingos y festivos.

cierre de circuito. Corresponde al punto inicial y final de una ruta circular de transporte público. Este punto puede corresponder a una terminal. En ciudades donde no existen infraestructuras para los puntos extremos de las rutas, éstos se denominan cierres de circuito.

circulación. Movimiento de peatones o vehículos por una vía en particular. Es un concepto menos general que tránsito.

circulación estable. Aquella en la que un pequeño aumento en la demanda de tránsito no afecta la velocidad de los vehículos.

circulación inestable. Aquella en la que un pequeño aumento en la demanda de tránsito produce

una gran disminución en las velocidades de los vehículos, lo que a su vez causa altas densidades e interferencias internas.

circulación intermitente. Es la que resulta cuando los vehículos se detienen y arrancan con frecuencia, como sucede normalmente en vías de circulación discontinua. En vías de circulación continua esta intermitencia aparece cuando sobreviene la congestión y se rompe la fluidez del tránsito.

circulación vehicular. Movimiento del tránsito por una vía, calzada o carril.

coeficiente de capacidad utilizada. Proporción entre la capacidad utilizada y la capacidad diseñada del equipo (unidades) o de la infraestructura durante un período específico de tiempo. Es normalmente expresado como el porcentaje de asientos ocupados en un punto dado o (de manera continua) el kilometraje total de pasajeros, dividido por el kilometraje total de asientos. 2. La proporción entre los pasajeros que son realmente llevados (capacidad utilizada) y la capacidad total de pasajeros de un vehículo.

coeficiente de crecimiento. Valor usado para aproximar (ajustar) datos existentes con el fin de hacer un cálculo para un año futuro.

coeficiente de duración de recorrido. Conjunto de coeficientes, empíricamente determinado, en el cual cada coeficiente expresa el efecto del incremento de la duración particular de un viaje en intercambios de viajes entre zonas.

coeficiente de duración de viaje. Coeficiente que compara duraciones de viajes entre un par de puntos, comparando entre dos modalidades o tipos de facilidades diferentes.

coeficiente de expansión. Valor estadístico usado para aproximar (ajustar) una muestra que presente a una población entera, área o universo.

coeficiente de frecuencia de viajes. Número de viajes de pasajeros durante un período de tiempo específico, dividido por la población residencial del área servida, es decir, viajes de tránsito por persona por año.

coeficiente de fricción (coeficiente f). En un modelo de gravedad, el valor empíricamente determinado que expresa el efecto de la separación espacial entre zonas durante intercambios de viajes.

coeficiente de proximidad de ruta. Proporción entre el largo (medido tanto en unidades de distancia como de tiempo) de un viaje de transporte entre dos puntos y el largo de la ruta de carretera más directa entre dos puntos. 2. Proporción entre el largo (medido tanto en unidades de distancia como de tiempo) de un viaje entre dos puntos en una modalidad y el largo de un viaje en otra modalidad.

coeficiente k. En un modelo de gravedad o un modelo similar, una constante de viaje que refleja los valores y percepciones intangibles del usuario; por ejemplo, imagen modal y buen servicio (con personal amigable). 2. En operaciones de vehículos, la proporción entre la separación mínima operante entre dos vehículos y la distancia máxima operante de frenado de emergencia. Normalmente, el coeficiente debe ser mayor que 1 para proveer un margen de seguridad.

cojines. Son elementos principalmente para ciclistas, buses de transporte colectivo y vehículos de emergencia. Estos elementos son derivados del resalto con cima plana. Su ubicación más recomendada es un carril a 1 m del sardinel, lo cual evita que un bus lo pise debido a su menor distancia entre ruedas a lo largo del mismo eje. Si el cojín tiene una altura mayor de 7,5 cm y rampas más empinadas de 1:8, puede presentarse un rozamiento con la parte inferior de los vehículos.

cola. Fila de vehículos detenidos o casi detenidos.

cola de vehículos. Fila de vehículos tipo taxi, que se encuentran estacionados en una zona amarilla, a la espera de que sean tomados por pasajeros que demandan sus servicios.

colector-distribuidor. Vía destinada a recoger el tránsito que viene por varias vías menores e introducirlo en una autopista, y también para realizar la operación inversa, es decir, distribuir entre vías menores el tránsito que sale de la autopista.

comodidad. Parámetro de transporte público que mide el comportamiento del conductor, grado de ocupación y limpieza del vehículo, formas y tipos de asientos, protección en las paradas.

concesión. Acto administrativo por virtud del cual el gobierno confiere a una persona física o moral la prestación del servicio público local de transporte

de pasajeros o de carga, mediante la utilización de bienes del dominio público o privado del Distrito.
2. Incorporación de capitales privados al desarrollo y explotación de obras de infraestructura.

condiciones imperantes en la vía. Características habituales de la vía que afectan la circulación del tránsito y que permanecen sensiblemente invariables hasta que la vía se deteriora, se repara o se reconstruye.

conectividad. Capacidad de una red de transporte público para proveer servicio de cantidad máxima de viajes origen-destino, a través de la integración de rutas, horarios, clasificaciones de tarifas, sistemas de información e instalaciones de transbordo.

confiabilidad. Probabilidad de que una función específica sea desarrollada sin falla y dentro de los parámetros de diseño por el período de tiempo proyectado, en las condiciones actuales de operación.
2. Parámetro del transporte público relacionado con la exactitud en el cumplimiento de la programación establecida para un servicio, el mantenimiento de itinerarios prefijados y la información de usuarios y la regularidad, que está relacionada con la cantidad de vehículos por hora.

conflicto (tránsito). Dificultad que surge cuando dos o más vehículos compiten por el mismo espacio en la vía.

conflicto, punto de. Intersección de las trayectorias de corrientes vehiculares que circulan concurrentemente.

conflictos peatón-vehículo. Interferencias que se presentan en los cruces peatonales, donde se comparten los espacios, y que se manifiestan cuando un peatón o un conductor tiene que cambiar de dirección, modificar la velocidad o tomar cualquier otra acción con el fin de evitar una colisión.

confluencia, control de (autopista). Sistema que detiene a los vehículos en el ramal de entrada a una autopista y luego los va soltando o guiando para que se incluyan en brechas aceptables en la corriente vehicular de la autopista.

congestión de tránsito. Situación que se origina cuando la demanda de tránsito en una vía excede el volumen máximo que puede circular por un punto de ésta.

congestión sistemática. Tipo de congestión que se repite en lugares determinados durante períodos de tiempo específicos.

contador de tránsito. Instrumento que realiza aforos de tránsito automáticamente.

conteo. En lo concerniente al transporte, un proceso que cuenta un desplazamiento particular de personas o vehículos que pasan a través de un punto dado durante un período fijo de tiempo. Puede ser un valor direccional o de doble sentido.

conteo por paso de línea de acordonamiento. En lo concerniente a planeación, el conteo de vehículos y personas a través de una línea designada (cordón) para determinar el flujo total (personas y vehículos por modalidad y período de tiempo) dentro y fuera del área de estudio.

contratación del servicio. Forma como se conviene la prestación del servicio, regular, individual, especial, turístico y ocasional.

control de borde. Utilización de diversos tipos de barreras y prohibiciones que impiden la entrada de vehículos, salvo en unos pocos lugares.

control de corredor. Regulación e información coordinada que se ofrece a los conductores que usan un sistema de vías sensiblemente paralelas que comunica dos zonas geográficas.

control de intervalos de seguimiento. Técnica para dirigir las operaciones de unidades de transporte (vehículos o trenes), que se enfoca en mantener una cierta distancia entre unidades en la misma línea, en lugar de apegarse a un horario. Por ejemplo, si las unidades se agrupan, algunas medidas correctivas pudieran ser el retraso de unidades al final del agrupamiento, para crear intervalos de seguimiento regulares y, como consecuencia, distribuir la carga, incluso a costa de la reducción del apego al horario.

control global (semáforos). Forma de control centralizado de una red de semáforos extensa que se considera un sistema.

control interior. Utilización de diversos tipos de barreras y diagonales, instalados en el interior del área, los cuales disuaden o expulsan al tráfico de paso.

control mixto. A través de la implantación de dispositivos de control en los accesos y en el interior y

mediante el adecuado ordenamiento de los sentidos de circulación, el tráfico de paso es expulsado y la red vial únicamente atrae tráfico local.

control por sentidos. Ordenamiento de los sentidos de circulación que penaliza los tráficos de paso.

controlador. Equipo electromecánico o electrónico utilizado para controlar las indicaciones de las luces de los semáforos. Normalmente queda protegido en una caja metálica, la cual se instala en un poste o en una base de concreto hidráulico, situada en el andén u otra zona alejada de la calzada de circulación vehicular.

conurbado. Poblaciones cercanas a la ciudad cuyo crecimiento mutuo las ha puesto en contacto, y comparten un mismo sistema vial y de transporte, sus habitantes trabajan o estudian en la ciudad y viceversa.

convergencia de tránsito. Aproximación de dos o más corrientes vehiculares para confluir.

corriente abajo (vía). El sentido hacia el que se dirige el tránsito.

corriente arriba (vía). El sentido del que proviene el tránsito.

corriente vehicular. Conjunto de vehículos que circulan por una vía en el mismo sentido, en una o más filas

costo de capital. Costos no recurrentes o recurrentes de poca frecuencia, de activos a largo plazo, tales como terrenos, caminos de conducción, estaciones, edificios y vehículos. Estos costos incluyen frecuentemente gastos relacionados, por ejemplo, depreciación e impuestos sobre la propiedad.

costo de operación vehicular. Corresponde al valor en pesos que se deriva de la administración y explotación de los vehículos que prestan el servicio en condiciones normales.

costo fijo. Costo que permanece relativamente constante respecto del nivel de actividades operacionales. Gastos que no varían con la producción total. Algunos ejemplos incluyen terrenos, vías y renta.

costo marginal. Costo de producción por unidad adicional.

costo variable. Costo que varía en cierta relación con el nivel de producción o actividad operacional, por ejemplo, el costo de combustible.

costos operativos. La suma de todos los gastos que ocurren (por ejemplo, mano de obra, combustible) que se relacionan con la operación y mantenimiento del sistema durante el período en consideración. Costos operativos, usualmente excluyen costos fijos, como son la depreciación del plantel y equipo, interés pagado en préstamos por equipo de capital, e impuestos en artículos de capital.

crítico, tramo o sector. Tramo o sector cuyas características determinan un nivel de servicio muy inferior al que ofrece el resto de una porción de la vía a que pertenece.

cruce. Lugar donde una calzada se une o atraviesa otra u otras al mismo nivel. 2. Maniobra en la que las trayectorias de los vehículos en una corriente de tránsito cortan a las de los vehículos de otra.

cruce escolar. Lugar donde un número apreciable de escolares cruzan una calzada y donde la seguridad de los niños puede aconsejar el establecimiento de un paso peatonal especial.

cuello de botella. Límite en la capacidad del sistema que puede reducir el tráfico en condiciones de sobrecarga.

cumbre (tiempo pico, horas de máximo tráfico). Período en que ocurre el máximo tráfico. Puede especificarse como tiempo pico de la mañana (a.m.), tarde o noche (p.m.). 2. Período en que es más pesada la necesidad de transportación.

cupó. Espacio demarcado dentro de la zona amarilla, con dimensiones establecidas, dentro del cual se puede estacionar temporalmente un vehículo tipo taxi en espera de ser demandado su servicio.

curva de demanda. Cantidades de un producto o servicio dado, que la gente desea adquirir, como una función de su costo por unidad dado.

curva horizontal. Curva del eje de una vía proyectada sobre un plano horizontal.

curva vertical. Transición de curva entre tramos rectos de la rasante de una vía. Suele ser una parábola vertical.

D

datos referentes a actitudes. En estudios de transporte, datos recolectados, normalmente en encuestas, de individuos de acuerdo con sus criterios, puntos de vista y de cómo sus percepciones son afectadas por los servicios de transporte existentes y otros temas de transporte.

datos referentes a conducta. En estudios de transporte, datos basados en la manera como los individuos o grupos coherentes de individuos, presumiblemente con respuestas bastante similares, se comportan cuando son enfrentados con una serie de alternativas de transporte.

datos, proceso de. Conjunto de operaciones informáticas que se hace con datos para organizarlos, sintetizarlos, analizarlos, etc.

datos, reducción de. Simplificación y organización de datos, así como extracción de la información pertinente.

datos, toma de. Adquisición de elementos de información directamente de la realidad para que pueda ser reducida y analizada.

dejar y recoger (transporte colectivo). Maniobra en que una persona sube y desciende de un vehículo de transporte colectivo sin que el vehículo tenga que estacionarse.

dejar y recoger pasajeros, lugar para. Lugar acondicionado para que un vehículo pueda dejar y recoger pasajeros del transporte colectivo sin estacionarse.

delineador. Unidad reflectante, puesta al lado de una vía que, en unión de otras, indica a los conductores la alineación de aquélla en la oscuridad.

demanda. Cantidad (de transporte) deseada. 2. En el sentido económico, una tabla de cantidades (de viaje) consumidas a diferentes niveles de precios o niveles servicios ofrecidos (por el sistema de transporte). 3. Necesidad mostrada por un pasajero, representada por el deseo de transporte en un vehículo tipo taxi que se encuentra ubicado en una zona amarilla.

demanda de saturación. Cantidad de vehículos que pueden pasar durante una hora con verde permanente.

demanda de tránsito. Necesidad de transitar. Por ejemplo, el número de vehículos que requiere pasar por un punto de una vía durante la unidad de tiempo.

demanda de transporte. Necesidad de transportar seres vivientes o cosas. Por ejemplo, el número de personas que requieren ser transportadas de una zona de una ciudad a otra zona todos los días hábiles.

demanda efectiva. Número de personas o vehículos preparados para viajar en una situación determinada, a un precio dado (tarifa o cuota).

demanda insatisfecha. Volumen de usuarios de transporte público que no es atendido de modo oportuno en un paradero o terminal intermedio de buses, por falta de capacidad, principalmente.

demanda latente de viajes. Número de viajes que probablemente sean efectuados durante un período definido de tiempo, por vehículos o pasajeros, a lo largo de una ruta o corredor en condiciones específicas, por ejemplo, en ciertos niveles de tarifas o de servicios.

demanda total de viajes. Número potencial de viajes que probablemente serían efectuados por personas que no viajan, debido a la inconveniencia, falta de conocimiento, inaccesibilidad, o falta de disponibilidad de las modalidades actuales o de habilidades para utilizarlas.

demora. Es el tiempo de recorrido adicional que resulta cuando un vehículo va a menor velocidad que la que esperan ir sus ocupantes por causas relacionadas con la vía, el tránsito o su regulación.

demora de control. Atribuidas a los dispositivos de control. Tiempo que un conductor gasta en la cola y el tiempo que espera mientras se presenta una brecha aceptable en el flujo circulante, estando al frente de ésta.

demora de recorrido. Diferencia entre el tiempo total de recorrido y el tiempo calculado con base en un estudio de velocidad en la ruta en condiciones de no congestión.

demora en cola (intersección). Tiempo que transcurre desde que un vehículo se une a una cola en el acceso a una intersección, hasta que entra en la intersección, menos el tiempo que tomaría normalmente recorrer la misma distancia a flujo libre.

demora fija (intersección). La causada por los atributos permanentes de la vía, tales como sus características geométricas, el estado de la superficie de rodadura, y otros impedimentos físicos y regulatorios a la circulación no relacionados con el tránsito.

demora geométrica. Tiempo adicional que emplea un vehículo, sin interferencias de tráfico, en ir a velocidad restringida (mientras ingresa a la intersección), recorrer la intersección y volver a tomar la velocidad inicial.

demora incremental. Llegadas no uniformes y colapsos temporales de ciclos, así como las causadas por períodos sustanciales de sobresaturación.

demora media. Cociente resultante de dividir la suma de las demoras de cierto número de vehículos entre ese número.

demora operacional. Causada por la interacción entre vehículos y la regulación del tránsito.

demora por detención. Constituye el tiempo adicional que resulta de la detención de un vehículo. Se compone del tiempo medio de detención y de la demora media por aceleración y desaceleración.

demora total. Diferencia entre el tiempo de recorrido por un tramo de una vía en las condiciones estudiadas y el tiempo de recorrido equivalente en condiciones ideales.

demora, razón de. Tasa de demora por unidad de distancia recorrida.

demora uniforme. Demora, suponiendo que las llegadas son uniformes, en un flujo estable y sin fila inicial.

densidad a capacidad. Densidad a la que se alcanza la capacidad de una vía.

densidad crítica. Densidad cuando el volumen es máximo en condiciones específicas no imperantes.

densidad de tránsito. Número de vehículos que están en un tramo de calzada o carril, en un instante dado, dividido entre la longitud del tramo.

densidad estática. Densidad de congestión. Densidad de una corriente vehicular cuando cesa su movimiento y se convierte en cola.

densidad media de tránsito. Número promedio de vehículos que están en un tramo de calzada o

carril, durante un período de tiempo dado, dividido entre la longitud del tramo.

densidad peatonal. Número promedio de peatones por unidad de área dentro de una zona peatonal dada, expresado en peatones por metro cuadrado (peat./m²).

descenso. Corresponde al hecho cuando un pasajero se baja desde un vehículo de transporte público en un lugar de la vía, paradero o terminal.

descenso, tiempo de (autobús). El que emplea un pasajero para descender de un vehículo de transporte colectivo.

despacho (transporte). Envío de una o más partidas de carga, al mismo tiempo, de un remitente a un destinatario. 2. Salida de un vehículo de su terminal a prestar el servicio en un horario establecido.

desviación. Carretera derivada. Vía permanente que bordea una zona con el fin de que el tránsito que no esté dirigido a ella pueda eludirla. No debe confundirse con desvío.

desviación automática del tránsito. Desviación de todo o parte del tránsito que circula por una vía, por medios automáticos, buscando optimizar la circulación global.

desviación estándar. Si existen n valores.

$\chi_1, \chi_2, \dots, \chi_n$ y su media aritmética es, $\bar{\chi}$ su desviación estándar es

$$\sqrt{\frac{\sum (\chi_i - \bar{\chi})^2}{n}}$$

desvío. Recorrido por uno o varios tramos de vías temporales o permanentes para evitar un obstáculo o un tramo en construcción, reconstrucción o reparación. No debe confundirse con desviación.

desvío de punto a punto. Patrón de ruta de transportes donde el vehículo pasa por puntos pre especificados de acuerdo con un horario arreglado anteriormente, pero se le especifica una ruta que debe seguir entre estos puntos. También puede proveer servicio de puerta a puerta o de banqueta a banqueta.

desvío de ruta. Servicio de transportación pública de base exclusiva, que opera por una carretera

pública (pero no tiene horario fijo). El vehículo puede desviarse de ruta ocasionalmente, respondiendo a la preferencia del pasaje, como para llevar un pasajero a su destino; después vuelve a su ruta.

detección accidental. Accionamiento indeseable de un detector causado por un vehículo que pasa por un carril adyacente al del detector.

detector (tránsito). Dispositivo que se coloca en una vía para registrar automáticamente el paso o presencia de vehículos.

detector acústico. Funciona por efecto de ondas sonoras generadas por el paso de un vehículo.

detector aforador. Cualquier tipo de detector que sirva para medir volúmenes de tránsito y transmitir esa información.

detector de cinta de contacto. Detector de paso de rueda que consiste en un tubo de caucho que lleva dentro un sensor que consta de dos láminas metálicas. Estas láminas se encuentran separadas entre sí de modo estándar, pero pueden hacer contacto al ser presionadas por una carga ligera y cerrar un circuito eléctrico.

detector de cola. Se usa para obtener información sobre el largo de una cola de vehículos.

detector de contacto eléctrico. Registra el paso de un vehículo por el contacto eléctrico que causa éste al hacer presión sobre una lámina de caucho.

detector de lazo inductivo. Registra el paso de un vehículo por la variación que éste ocasiona en la inductancia eléctrica de un lazo metálico empotrado en el pavimento.

detector de paso. Se usa para detectar el paso de vehículos, no su presencia.

detector de presencia. Se usa para determinar la presencia o ausencia de un vehículo dentro de su campo de detección.

detector de radar. Equipo electrónico que advierte el movimiento de un vehículo al registrar la diferencia entre las frecuencias de ondas electromagnéticas emitidas y reflejadas.

detector de vehículo prioritario. Dispositivo especial que identifica los vehículos prioritarios mediante la recepción de ondas de radio que éstos emiten.

detector magnético. Equipo que registra el paso de un vehículo por la distorsión que produce su masa metálica cuando pasa por un campo magnético.

detector neumático. Conformados por una manguera flexible que se coloca en forma transversal sobre la vía, la cual transmite los impulsos de aire ocasionados por la presión al paso de los vehículos. Según el número de impulsos de aire y cierta programación, como distancia entre ejes, se puede registrar la cantidad y el tipo de vehículo.

detector óptico. Detecta un vehículo cuando éste pasa entre una fuente de luz y una celda fotoeléctrica.

detector piezoeléctrico. Detector de paso de rueda que genera una señal eléctrica al ser sometido a la presión de una carga.

detector piezorresistivo. Detector de paso de rueda constituido por un elastómero cuya resistencia a la electricidad cambia al ser sometido a presión.

detención. Parada corta o interrupción momentánea del movimiento de un vehículo con el motor en marcha.

determinista. Se califica así a procedimientos que se basan en variables que adoptan valores fijos, es decir, sin variaciones aleatorias.

diagrama de marcha. Consiste en la representación gráfica de toda la programación de la ruta, destacando incluso los principales eventos de sus componentes de tiempo.

diagrama tiempo-espacio (semáforo). Diagrama de dos dimensiones que se usa para coordinar semáforos, donde una coordenada representa los tiempos transcurridos y la otra las distancias recorridas.

dirigir por otra vía. Un desvío a otra ruta, no la de costumbre, usualmente planeada con anticipación y de mayor duración que la de un desvío.

discapacitados ambulantes. Personas discapacitadas capaces de movilizarse sin ayuda. En el contexto de la transportación, el término normalmente se refiere a personas que, a pesar de estar incapacitadas, son capaces de usar servicios de transportación regular sin ayuda o equipo especial, tal como elevadores para sillas de ruedas.

discapacitados no ambulantes. Personas incapacitadas que no son capaces de movilizarse sin ayuda, por ejemplo, aquellos limitados a sillas de ruedas.

diseño de viajes. El proceso de organizar todos los horarios de viajes operados por el sistema de tránsito dentro de corridas para asignar personal y vehículos para su operación.

diseño del volumen por hora. Cantidad de tráfico que una unidad de transporte puede conducir en una hora, para la cual tal unidad ha sido diseñada.

diseño geométrico. Diseño de las características geométricas de una vía.

diseño, proyecto (vía). Determinación detallada y especificación de las características geométricas, estructurales y funcionales de un subsistema vial, una vía, o parte de ella. Como va dirigido a la construcción de elementos viales permanentes, se suele orientar hacia condiciones futuras.

dispositivo de control de tráfico de intersección a nivel. Cualquier variante de un dispositivo de protección o de advertencia, instalado en una intersección a nivel para la protección del tráfico de carreteras o de calles.

dispositivo para la regulación del tránsito. Medio físico que se emplea para regular el tránsito en una vía, advertir a sus usuarios la presencia de posibles peligros o guiarlos en sus viajes.

dispositivo vehicular de operación de señales. Dispositivo usado para controlar las señales de tráfico, el cual es activado por los vehículos.

distancia al riesgo. Distancia a un lugar peligroso donde se debe colocar una señal preventiva referente al mismo.

distancia de seguridad. La mínima separación que debe mantener un vehículo respecto al que lo precede en la vía, para poder frenar sin chocar contra el vehículo de delante en caso de que éste se detenga inesperadamente.

distancia total de parada. La que recorre un vehículo desde que ocurre un suceso que lo obliga a parar, hasta que se detiene.

distancia vinculada de viaje (distancia total de viaje). La distancia recorrida en un viaje vincu-

lado, que se traduce en la distancia desde el punto de origen hasta el destino final, incluyendo la distancia caminada en los orígenes o destinos de los viajes y en puntos de transbordo.

distancia visible. Tramo de vía que puede ver un conductor delante de él.

distancia visible de encuentro. La mínima necesaria para que dos vehículos que transiten en sentidos opuestos por un camino de un solo carril puedan detenerse antes de encontrarse.

distancia visible de parada. Longitud mínima de vía que necesita ver un conductor que vaya a la velocidad de diseño o de operación, para poder detener su vehículo antes de llegar a un obstáculo que perciba en la vía.

distancia visible lateral. Longitud de vía transversal que puede ver un conductor cuando llega a una intersección.

distracción. En general, es el efecto de algo fuera de la vía que atrae la atención del conductor desviándola de la tarea de conducir.

distribución de frecuencias de la duración de viajes. Una lista o diagrama del número o del porcentaje de viajes hechos en diferentes intervalos o distancias de viajes.

distribución de volumen en un punto de enlace (vínculo). En lo concerniente a planeación, el proceso de determinar los volúmenes asignados en puntos de enlace por medio de la selección de rutas de viaje y la acumulación de volúmenes de viaje en cada punto de enlace atravesado.

distribución por sentidos. Repartición del tránsito por sentido de circulación.

divergencia. Proceso de separación de una corriente vehicular en dos corrientes independientes.

división. En sistemas de transporte, un término a veces usado para garajes de autobuses, casas de máquinas y estructuras de mantenimiento o de servicio. 2. Un segmento en una operación de tren o autobús, ya sean urbanos o foráneos, de naturaleza geográfica, con su propia jerarquía de dirección y normalmente con personal asignado. 3. En operaciones de autobús, un grupo de rutas que opera desde un depósito común de almacenaje. 4. Área de un sistema de ferrocarril que se asigna a la supervisión

de un administrador o superintendente, que normalmente consta de una casa de máquinas, patios, estaciones y desviaderos.

división de zonas. La división de un área en distritos y el correspondiente reglamento público para el tipo e intensidad del uso del suelo y los mejoramientos del mismo.

E

efectividad. En lo concerniente al transporte, la reciprocidad entre el servicio provisto y los resultados u objetivos pretendidos, particularmente, la índole y la ubicación del servicio; en otras palabras, producir el resultado pretendido. 2. En lo concerniente al transporte, el punto hasta el cual se provee el nivel deseado de servicio para cumplir con líneas y objetivos establecidos; por ejemplo, el porcentaje de un área de servicio dada, que caiga dentro de la distancia de 0,4 kilómetros desde una parada de servicio de transporte.

eficiencia. Proporción entre la producción (tal como el nivel de servicio provisto) y el suministro (tal como el costo o la utilización de recursos), que significa la provisión del resultado deseado, con un mínimo de esfuerzo, gasto, desperdicio y demás.

eficiencia por costo. Medida cuantitativa de eficiencia o la manera en que un elemento contribuye a la obtención de objetivos medidos en contraste con el costo del objetivo. Para sistemas de transporte, la eficiencia por costo es normalmente medida como la proporción entre el costo de un sistema y el nivel de servicio. Ejemplos de cuatro unidades principales de medidas de costo de unidades que pueden ser usados (tanto independientemente como de manera conjunta) para determinar la eficiencia por costo son el costo operante total por hora de vehículo, el costo total operante por kilómetro de vehículo, el costo total operante por viaje de pasajero y el costo total por kilómetro de pasajero.

elasticidad de ingresos. Cuantificación del cambio en la demanda de un bien o servicio (tal como el número de viajes en líneas de transporte), asociado con un cambio en el ingreso personal.

elasticidad de precio. Cuantificación del cambio en la demanda de un bien o servicio (tal como el número de viajes en líneas de transporte), asociado

con el cambio en el precio de tal bien o servicio (tal como las tarifas de transporte).

elasticidad de precio-demanda. Cuantificación del cambio en la demanda de un bien o servicio (tal como el número de viajes en líneas de transporte), asociado con el cambio en el precio de otro (tal como el precio de la gasolina).

elasticidad de tarifa. Cambio (incremento o disminución) en el número de viajes en líneas de transporte, asociado con un cambio en el precio de la tarifa.

embocadura. Tramo de transición entre dos anchos de calzada.

embotellamiento. Congestión de tránsito causada por un impedimento en la circulación.

emisión contaminante. Emisión de gases de escape de los vehículos que contaminan la atmósfera.

empalme de ramal. Lugar donde un ramal de enlace se une a una calzada principal.

empleados operativos (personal operativo). Empleados cuya función principal es la operación del servicio, tales como empleados de la estación, cambiadores, conductores. En operaciones del tren, aquellos empleados con responsabilidad directa y supervisora hacia el movimiento de unidades de transportes (carros o trenes), con deberes a bordo y también por el borde del camino.

encandilamiento, deslumbramiento. Efecto cegador de una luz intensa y directa como la del sol o de los faros de vehículos durante la noche. El término en inglés se refiere a esa luz.

encandilamiento, pantalla contra. Pieza delgada que se coloca verticalmente en el centro de una vía y a lo largo de ella, entre los dos sentidos del tránsito, para proteger a los conductores del encandilamiento que pueden causar los faros de los vehículos opuestos.

encuesta. Obtención de la información deseada formulando preguntas orales o escritas al público.

encuesta a borde del camino. Estudio en el cual se detienen vehículos en la carretera con el propósito de entrevistar al conductor, pasajeros o ambos para obtener información acerca del viaje.

encuesta cuantitativa. Investigación de encuesta cuyos resultados pueden ser tabulados y proyectados.

encuesta de actitud. Estudio que busca información en actitudes, motivos y opiniones.

encuesta de placas de vehículos. Estudio en el que son contados los números de placas de vehículos en un punto y comparados con una lista similar en otro punto. Éste también puede ser usado para establecer el origen del viaje aproximadamente, al identificar la dirección con el registro del vehículo, o también para llevar a cabo un estudio a través de preguntas (cuestionario) enviadas por correo a la dirección del registro.

enlace. Es una entidad flexible que se puede definir de diversas maneras por el usuario, con el fin de tener en cuenta la mejor eficacia y exactitud para modelar.

enoscopio. Instrumento para medir la velocidad puntual, el cual consiste simplemente en una caja en forma de “L” abierta en dos partes, con un espejo colocado en su interior a un ángulo de 45° con las paredes de la caja, que dobla a 90° la visual del observador.

entorno vial. Faja lateral. Término general con que se designa el terreno contiguo a una vía.

entorno vial, efectos del (tránsito). Influencia perturbadora en el comportamiento de los conductores que causan objetos o actividades adyacentes a una calzada.

entrecruzamiento. Combinación y separación de dos corrientes vehiculares en el mismo sentido por confluencia y divergencia.

entrecruzamiento, distancia de. Longitud de una zona de entrecruce.

entrecruzamiento, zona de. Porción de una calzada con circulación en un solo sentido donde tienen lugar maniobras de entrecruce.

entrevista en la vía. Entrevista que se hace a los usuarios de una vía, en la propia vía, con el fin de obtener información para un estudio, como el de origen y destino.

entrevista telefónica. Estudio en el cual se obtienen detalles por teléfono.

equivalencia a carro de pasajeros. Representación de vehículos grandes, tales como autobuses y camiones y que son equivalentes a un número de automóviles (carros de pasajeros) para usar en el análisis de nivel y capacidad de servicio.

esfuerzo de tracción (fuerza tractora). La fuerza ejercida por una locomotora u otro vehículo de propulsión en sus ruedas motrices. Es igual al peso en las ruedas motrices por el coeficiente de adhesión.

espaciamento. Distancia entre dos vehículos sucesivos que se mide del extremo trasero de un vehículo al mismo extremo del siguiente.

espacio defendible. Concepto en arquitectura y diseño urbano que excluye diseños que den lugar a callejones oscuros, esquinas o espacios, donde la visibilidad y accesibilidad a otras personas estén severamente limitadas.

espacio lateral libre. El que existe entre el borde de la calzada y un obstáculo lateral.

esquema de planeamiento. Procedimiento de análisis de transportación que es más sencillo, más rápido y menos costoso que usar un procedimiento completo y que requiere menos entrada detallada y provee menos rendimiento específico.

estación. Sitio al lado de la calle o en el separador, donde pasajeros esperan para abordar, descender o transbordar entre unidades de transporte (vehículos o trenes). La estación usualmente provee información y un área para esperar, puede tener plataformas para abordar y descender, venta de boletos o tarifas y otras actividades relacionadas. 2. Lugar donde se presentan empleados operativos y de donde su trabajo empieza. 3. En planeamiento de transporte, el lugar al lado de un cordón donde se hacen entrevistas. 4. En operaciones de ferrocarril, el lugar indicado por nombre en la tabla de horario, donde un tren puede hacer una parada por razones de tráfico o para entrar o salir del riel principal, o de donde se operan las señales fijas.

estación de aforo. Lugar fijo de una vía donde se realizan aforos de volúmenes de tránsito.

estación de aforo de control. La que se establece en vías representativas de cierto tipo para determinar los patrones de volúmenes de tránsito habituales en ese tipo de vías.

estación de aforo permanente. Lugar fijo de una vía donde se efectúan aforos permanentes de volúmenes de tránsito durante el año.

estación de aforo sumaria. Donde se efectúan aforos de corta duración para poder establecer un número relativamente grande de ellos que abarquen todo un sistema o subsistema vial, con los recursos disponibles.

estaciones de cabecera o portales. Son los puntos de inicio y finalización de las rutas troncales. En estas estaciones se realizan transbordos entre los buses troncales, alimentadores y las rutas de transporte intermunicipal.

estación de parada general. En sistemas de transporte con paradas alternativas o servicio expreso, una estación que recibe servicios de todas las unidades de transporte.

estación de paso. Zona de servicio en que no se presentan intercambios de pasajeros y pertenecen normalmente a los sistemas de transporte férreo.

estación de servicio. Lugar junto a la vía donde se proporcionan servicios a vehículos, tales como suministro de combustible y lubricantes, agua, aire y reparaciones.

estación de transferencia. Facilita el intercambio de pasajeros, ya sea de un mismo medio de transporte o entre varios. Si cuenta con posiciones para acomodar vehículos se les denomina paradero.

estación de transferencia intermodal. Lugar de intercambio entre diversos servicios de transporte. Centro de generación y atracción de actividades y servicios públicos y privados. Confluyen autobuses urbanos e interurbanos, taxis, automóviles, metro, tren ligero, personas con movilidad reducida y peatones.

estación en línea. Estación en la que unidades de transporte (vehículos o trenes) paran en el riel principal o vía de tráfico. Este es el diseño común y el término se usa sólo para distinguir entre ésta y estaciones fuera de línea.

estación fuera de línea. Estación en la cual una unidad de transporte (vehículo o tren), para fuera de la línea o riel principal con el fin de que otras unidades puedan pasar o rebasar mientras los pasajeros abordan o descienden.

estaciones intermedias. Puntos de intersección importantes sobre los corredores exclusivos del sistema en donde los usuarios pueden realizar transbordos entre buses alimentadores urbanos y buses troncales.

estación sencilla. Puntos de parada sobre los corredores exclusivos ubicados cada 500 metros (aproximadamente cinco cuadras) donde el usuario puede comprar su pasaje y entrar al sistema.

estación terminal. Es aquella en que se hace cierre de circuito de una unidad de transporte. Si se encuentra en los extremos de las líneas, puede servir como puntos de transferencia entre las rutas alimentadora y otras rutas.

estacionamiento. Lugar donde se proporciona espacio para estacionar, autorizado por la autoridad de tránsito.

estacionamiento alternado. El que se permite alternativamente en uno y otro lados de la calzada en días consecutivos.

estacionamiento automático. Es un lugar destinado para estacionamiento cubierto, provisto de mecanismos especiales que llevan el vehículo a su lugar de estacionamiento y lo recogen de él.

estacionamiento cronometrado. Es un lugar destinado para el estacionamiento, cuya duración se mide con un parquímetro o estacionómetro.

estacionamiento en doble fila. Acción de estacionar un vehículo en un carril de circulación contiguo a un carril de estacionamiento.

estacionamiento en paralelo. Cuando el vehículo estacionado se encuentra paralelo al eje de la vía, es decir, a cero grados con respecto al sentido de circulación.

estacionamiento en la vía. El que tiene lugar en una calzada, generalmente junto a un bordillo.

estacionamiento fuera de la vía. El que tiene lugar en garajes o zonas de estacionamiento fuera de la vía pública.

estacionamiento lejano. Estacionamiento situado fuera de una distancia fácil de andar a un centro de actividades (por ejemplo, aeropuerto, terrenos de la feria, parque de diversión, parque industrial) que está conectado a un centro de actividades por un servicio de tren o autobús (por ejemplo, autobús

de viaje redondo). 2. Estacionamiento situado a una distancia más significativa del distrito central de negocios (por ejemplo, en un área suburbana o una comunidad satélite) que un estacionamiento periférico, donde los vehículos personales se pueden estacionar y los viajeros continúan su viaje al centro en sistema de tránsito o autobús de viaje compartido.

estacionamiento oblicuo o en batería. Cuando el vehículo estacionado se encuentra formando un ángulo con respecto al sentido del tránsito. Este ángulo puede ser de 30, 45, 60 ó 90 grados.

estacionamiento para pasajeros. Lugar cerca del sitio en que paran vehículos de transporte colectivo donde los pasajeros pueden estacionar sus automóviles.

estacionamiento periférico. El que se encuentra en la periferia de una zona con gran intensidad de actividades, como el centro de una ciudad, donde los viajeros pueden estacionar sus automóviles particulares y continuar su viaje a puntos de esa zona, a pie o en transporte público.

estacionamiento techado. Edificio construido o habilitado para estacionar vehículos en él.

estacionamiento, abastecimiento de. El número total de lugares para el estacionamiento en un área o sitio.

estacionamiento, cajón de. Espacio destinado al estacionamiento de un vehículo.

estacionamiento, capacidad de. Máximo número de vehículos que se pueden estacionar en un área determinada y en una forma específica.

estacionamiento, demanda de. Necesidad de espacios para estacionar que existe en cierta área durante un intervalo de tiempo dado.

estacionamiento, generador de. Cualquier establecimiento, fábrica, escuela, etc., que causa concentración de gran cantidad de personas que estacionan vehículos en sus cercanías.

estacionamiento, índice de rotación de. Número de veces que se usa un espacio individual para estacionar durante un período de tiempo determinado.

estacionamiento, limitación de. Restricción del tiempo que pueden permanecer estacionados los vehículos en ciertos lugares de la vía pública.

estacionamiento, lote de. Porción de terreno fuera de la vía pública dedicado al estacionamiento de vehículos.

estacionamiento, precio del. Lo que se paga por estacionar.

estacionamiento, prohibición de. Medida que no permite el estacionamiento de vehículos en ciertos lugares de la vía pública, durante todo el día o a determinadas horas.

estacionamiento, rotación de. Relación de un número total de vehículos estacionados atendidos durante un período en un área especificada al número total de espacios de estacionamiento en esa área.

estacionamiento, sitio de. Área, que puede ser cerrada o abierta, atendida o no, en la cual se pueden dejar automóviles, con pago de tarifa o sin ella, mientras los ocupantes de los automóviles usan otros sitios o servicios.

estacionamiento, tasa de. Número de vehículos que se pueden estacionar en una terminal durante la unidad de tiempo.

estacionamiento, tasa de llegada al. Número de vehículos que llegan a una terminal en la unidad de tiempo.

estacionamiento, tope de. Obstáculo fijo que se coloca para limitar el movimiento de un vehículo que se estaciona.

estacionamientos en la vía. Estacionamiento que tiene lugar en una calzada, generalmente junto al sardinel.

estadística descriptiva. Rama de las matemáticas que trata de la recopilación, el análisis, la interpretación y la presentación de una cantidad de datos numéricos.

estadística inferencial. Rama de la estadística que infiere valores desconocidos en función de otros que se conocen. Como esa inferencia no puede ser absolutamente cierta, sus resultados se expresan en términos probabilísticos.

estadístico. Función de las variables aleatorias que se pueden observar en una muestra y de constantes conocidas. Los estadísticos se utilizan para hacer inferencias (estimaciones o decisiones) con respecto a parámetros poblacionales desconocidos.

estimación del error estándar. Una medida estadística de las diferencias posibles entre los valores actuales y estimados de una variable.

estimador. Estadístico cuyo valor se utiliza para la estimación puntual de un parámetro.

estrategia para regular el tránsito. Método para la regulación del tránsito definido en líneas generales.

estratificación. Grupo de personas u hogares con características socioeconómicas iguales o parecidas.

estrechamientos. Es un elemento basado en la construcción de una saliente a un lado de la vía, disminuyendo la sección efectiva de la calzada. El nivel superior de esta saliente puede corresponder a la altura del andén o a un nivel superior, donde es factible sembrar alguna planta.

estructura aérea. Concerniente al transporte, cualquier estructura, con excepción de una estructura de alcantarilla, la cual soporta una carretera, vía férrea o cualquier otra guía por encima del suelo o superficie de agua.

estructura tarifaria. Sistema configurado para determinar cuánto debe ser pagado por las varias categorías de pasajeros que usan el sistema, en cualquier circunstancia dada.

estudio de ascenso y descenso de pasajeros. Manera especial de obtención de datos sobre el número de pasajeros que suben, bajan y permanecen a bordo de un bus en los diferentes tramos a lo largo de una ruta.

estudio de demanda y atención de usuarios. Se usa para determinar la adaptabilidad de una acción propuesta, tal como el establecimiento de servicios de transporte en un área dada.

estudio de factibilidad. Se utiliza para determinar la adaptabilidad de una acción propuesta, tal como el establecimiento de servicios de transporte en un área dada.

estudio de origen-destino. Estudio de orígenes y destinos de viajes de vehículos y pasajeros. También puede incluir el propósito y la frecuencia de viajes.

estudio de velocidades y demoras. El que mide la velocidad y demoras medias de una corriente vehicular.

estudios anteriores y posteriores. Los que se realizan sobre condiciones existentes antes y después de hacerse un cambio, en un sistema, para determinar el efecto de éste en las variables de interés.

evaluación de costos del ciclo de vida útil. Método de evaluación de opciones alternativas (tales como vehículos) basado en costos totales comparativos de la compra y operaciones durante la vida útil esperada del bien tangible.

evaluación de rendimiento. En operaciones de transportes, una evaluación de la eficiencia y eficacia del sistema, un análisis administrativo con enfoque en las metas, objetivos y funcionamiento. Este tipo de avalúo también sirve para determinar si la agencia de transportes está cumpliendo con reglamentos en asuntos de seguridad en las carreteras, control de la contaminación, accesibilidad al incapacitado y el logro de la relación de ingresos a costos.

exclusivo. Un carril u otra vía que está completamente separada o cuyo acceso es controlado y se usa únicamente de un modo específico o por vehículos específicos en todo momento.

explotación vial. Conjunto de actividades con efectos a corto plazo tendientes a hacer que la infraestructura vial existente preste el mejor servicio posible. Los trabajos de conservación no están incluidos en este conjunto de actividades, pero sí lo están los de regulación del tránsito, así como mejoras físicas en la vía que sean rápidas, sencillas y económicas.

expreso, servicio (transporte colectivo). Tipo de transporte colectivo con estaciones o paraderos muy espaciados, cuyos vehículos van a altas velocidades y realizan principalmente viajes largos.

F

facilidades de transporte accesible. Aquellas facilidades de transporte libres de barreras, las cuales pueden ser utilizadas por todo viajero, incluyendo a los discapacitados físicos con movilidad, ancianos y discapacitados en general.

factor de corrección (capacidad). Coeficiente por el que se multiplica el valor de un parámetro relativo a condiciones ideales con el fin de estimar su valor en las condiciones que se estudian.

factor de crecimiento. Coeficiente por el que se multiplica el valor del volumen de tránsito actual para obtener el valor correspondiente a una fecha futura.

factor de demora en cruces peatonales. Porcentaje del tiempo total de aforo, cuando no hay brechas disponibles en el tránsito con una duración mayor o igual a la brecha mínima segura para el cruce de peatones.

factor de reducción. Este factor describe la reducción del flujo vehicular como consecuencia de los peatones, ciclistas y demás parámetros que puedan afectarlo.

factor de renovación. Indicador del grado de rotación de pasajeros en la línea.

factor de utilización (transporte colectivo). La proporción de pasajeros que van en un vehículo colectivo en relación con la capacidad de éste.

faja separadora lateral. Franja de terreno longitudinal que separa una calzada principal de otra secundaria paralela.

falta de accionamientos (semáforo). Terminación de la indicación verde de un semáforo accionado por el tránsito, porque ha transcurrido un tiempo excesivo desde el último accionamiento.

fiabilidad. Atributo del transporte público que comprende el análisis de frecuencia, horarios, números de rutas, horarios de operación.

fila (vehicular). Hilera de vehículos próximos entre sí, a lo largo de un carril, que a veces están en movimiento (pelotón) y a veces detenidos (cola).

fila de espera (vehicular). Fila de vehículos que están demorados por algún motivo, como los que esperan en el acceso de una caseta de cobros.

flota. Conjunto de vehículos de un mismo tipo que tiene una empresa a disposición del servicio de transporte público de una ruta o de una región.

flota de horario regular. Concerniente al transporte, el número de unidades de transporte (vehículos o trenes) requeridos para mantener horarios de período base.

flota de reserva. Número de vehículos disponibles para sustituir, cuando sea necesario a los que se encuentran en operación.

flota efectiva. Corresponde al número de vehículos destinados a la operación de una ruta específica para la situación de mayor demanda.

flota operacional. Número de vehículos que efectivamente prestan servicio en una determinada ruta de transporte.

flota total. Número total de vehículos afiliados y de propiedad de la empresa. Corresponde a la suma de la flota operacional y la flota de reserva.

fluidez de circulación. Facilidad con que circula una corriente vehicular.

flujo (tránsito). Volumen de tránsito, considerando a éste como un fluido. 2. Volumen de tránsito medido en un lapso menor de una hora. 3. Volumen de tránsito en cualquier circunstancia. 4. Corriente vehicular. 5. Característica de fluidez de una corriente vehicular. 6. Movimiento de vehículos hacia una dirección en particular.

flujo congestionado. Forma de fluir de una corriente vehicular donde la demanda de tránsito ha excedido a la oferta. En vías de circulación continua se rompe la continuidad de la circulación y ésta se hace intermitente.

flujo continuo. Las vías de flujo continuo no tienen elementos fijos que obstaculicen el volumen de tránsito y que provoquen interrupciones, tales como semáforos.

flujo cruzado. Flujo peatonal, el cual es aproximadamente perpendicular a otros flujos peatonales.

flujo discontinuo. Las vías de flujo discontinuo tienen elementos fijos que provocan la interrupción del tráfico de manera periódica. Estos elementos son semáforos, señales de "Pare" y otros tipos de control. Tales mecanismos producen paradas del tránsito, independientemente de la cantidad de vehículos que existe.

flujo de saturación. Máximo número de vehículos que puede pasar por uno o más carriles de un acceso a una intersección semaforizada, en ciertas condiciones, por hora de verde, descontando los tiempos perdidos por arranque de cola y despeje.

flujo de servicio. Volumen máximo en quince minutos, expresado como volumen horario, que puede circular por una calzada o carril a cierto nivel de servicio.

flujo forzado. Condiciones de circulación en que la inmensa mayoría de los vehículos van en caravanas o pelotones y hay muy pocos vacíos en la corriente vehicular. Estas condiciones representan una corta transición entre el flujo restringido y el congestionado, cuando el volumen de demanda está muy cercano al máximo que puede circular. En vías de circulación continua la velocidad de los vehículos disminuye mucho, pero éstos no suelen detenerse.

flujo libre. Característica de una corriente vehicular, donde la interferencia entre vehículos es prácticamente nula y no hay controles que la restrinjan.

flujo restringido. Característica de fluidez de una corriente vehicular, donde la interacción entre vehículos afecta significativamente la velocidad de los mismos sin que se produzca congestión.

flujo vehicular, teoría del. Aplicación de leyes matemáticas, cálculo de probabilidades y física para definir la circulación vehicular en condiciones más o menos ideales.

flujos de partición. Se establecen los flujos de partición cuando existen más carriles para un flujo de tránsito.

fraccionamiento de carga o desconsolidación. Acción de subdividir un cargamento grande en sus diversos componentes o en porciones más pequeñas que tienen distintos destinos.

frecuencia de paso. Número de buses de una misma ruta que pasan por unidad de tiempo durante un período determinado en un mismo sentido por un punto de referencia.

frenado de circuito abierto. Frenado no modulado y sin control de realimentación desde el sistema de control.

frenado de emergencia (aplicación de emergencia). Aplicación de los frenos para detener en la menor distancia posible para el equipo, normalmente con una proporción más alta de retraso, que la obtenida con una aplicación de frenado. Una vez que la aplicación máxima ha sido iniciada, frecuentemente ésta no podrá ser interrumpida hasta que el vehículo haya sido detenido o un período de tiempo predeterminado haya pasado.

frenado de servicio. Proporción de frenado utilizada para requerimientos de frenado normales, en

contraste con el frenado de emergencia, el cual puede proveer mayor detenimiento.

frenado programado. Frenado controlado automáticamente que induce al tren a detenerse o a reducir su velocidad a un nivel predeterminado, en un punto designado dentro de un rango de desviación especificado.

frenado, demora de. Tiempo que media entre el instante en que el conductor actúa sobre los frenos y el momento en que éstos comienzan a ejercer su acción retardante.

frenado, distancia de. Longitud recorrida por un vehículo desde el instante en que se aplican los frenos hasta que se detiene el vehículo, incluyendo la distancia de patinaje.

frenado, distancia de reacción de. La que recorre un vehículo desde que su conductor percibe la necesidad de aplicar los frenos hasta que comienza a aplicarlos.

frenado, tiempo de reacción de. El que transcurre entre el instante en que el conductor percibe la necesidad de parar y el momento en que actúa sobre los frenos.

G

giros protegidos / desprotegidos. Movimientos de giro vehiculares que durante un período de tiempo están protegidos de la interferencia de vehículos y peatones, y durante otro período no lo están.

giros, limitaciones de. Medidas que se toman para prohibir los giros en ciertos accesos a intersecciones, permanentemente o a ciertas horas del día.

grado de saturación. Relación entre la demanda de tránsito, expresada en volumen y el flujo de saturación correspondiente. Se aplica al acceso a una intersección semaforizada, a un carril o a un grupo de carriles del acceso.

grieta (capa de rodadura). Quiebra o abertura que se hace en una capa de rodadura y que es una de las primeras señales de deterioro de un pavimento.

H

hora de diseño, factor de la. Fracción del tránsito promedio diario que pasa durante la hora que se escoge para diseñar una vía. Se suele designar con el símbolo K.

hora pico. Hora del día en que circulan los volúmenes de tránsito máximos.

horario. Una lista o presentación esquemática en una línea de tránsito o ruta, en secuencia de tiempo, para cada viaje y cada punto en cada viaje de principio a fin de servicio.

horario (hoja detallada, registro de conductor, lista de operador). En operaciones de tránsito, un registro que incluye los vehículos necesarios listados por tiempo para cada división y el número de operadores que serán necesarios para desempeñar el trabajo.

horario de servicio. Tiempo transcurrido desde el inicio hasta el final de la prestación del servicio de una ruta en un día específico.

horario efectivo de operación. Tiempo durante el cual el taxi está en servicio, a disposición del público que requiera ser transportado y lo solicite.

horario regular. Concerniente al transporte, la hora del día durante la cual los requerimientos y los horarios del vehículo no son afectados por las demandas de volumen de pasajeros en horas pico (como los períodos entre las horas pico de la mañana y las horas pico de la tarde). En este período, los viajes de transporte son relativamente constantes y normalmente varían de volumen bajo a moderado, en comparación con los viajes en horas pico.

horas valle. Horas del día que no son las de máxima afluencia del tránsito.

huella de frenado. Huellas dejadas por los neumáticos de los vehículos sobre el pavimento, en el momento en que se realiza una maniobra de frenado.

huella saliente. Desplazamiento hacia afuera de la huella delantera de un vehículo con respecto a la huella trasera, cuando recorre una curva.

I

identificación electrónica de vehículos. Sistema electrónico que identifica automática y rápidamente los vehículos en movimiento para varios fines, como cargar peaje a una cuenta.

incidente, detección de. Sistema de detección electrónica y programa informático que analiza, de manera dinámica, información captada sobre el tránsito e identifica condiciones que pueden haber sido causadas por un incidente en la corriente vehicular. También se hace por inspección visual.

incremento de costos. Cambio neto en costos de dólares, el cual se atribuye directamente a una decisión dada o propuesta, cuando se compara con otra alternativa (incluyendo la situación existente o la alternativa de no actuar).

indicador de dirección. Mecanismo instalado en un vehículo que exhibe una señal luminosa para indicar que el conductor va a cambiar la dirección de la marcha del vehículo.

indicador de efectividad. Parámetro que expresa en forma cuantitativa la bondad con que un sistema realiza su función.

indicador de rendimiento (medida de eficiencia). Medida cuantitativa del desarrollo de una actividad, tarea o función. En sistemas de transporte, se usa para la computación de la relación de la medida de servicio producido o uso a la medida de consumo o gasto.

índice de motorización. Índice que se calcula dividiendo la población de un país, región o ciudad entre el número correspondiente de vehículos automotores inscritos. También se usa el inverso de ese índice.

índice de pasajeros kilómetro (IPK). Se determina a partir de la relación entre los pasajeros de un viaje y la longitud en kilómetros de la ruta.

índice de regularidad. Medida del grado de periodicidad en el servicio. Se expresa como la relación entre la variancia y la media de los valores de intervalos de paso observados en el período de estudio. Un índice cercano a la unidad señala irregularidad marcada en el servicio y cercano a cero una regularidad excelente.

índice de rotación. Se denomina así al indicador obtenido de la relación entre el total de pasajeros transportados en un viaje (PT) y la ocupación crítica (Oc) del vehículo de transporte público. 2. Variable que se obtiene tomando el número de viajes que se generan en la zona amarilla en un determinado período de tiempo, dividiéndolo por el resultado de sumar los arribos con los vehículos remanentes y restar el número de vehículos que desistieron del uso de la zona amarilla, en el mismo lapso.

índice de rugosidad internacional (IRI). Indicador de la rugosidad de un pavimento, que se determina utilizando un analizador del perfil longitudinal que mide las desviaciones en el perfil de la superficie del pavimento.

índice de suficiencia. Valor numérico que se asigna a tramos de vías de acuerdo con sus condiciones estructurales, y la seguridad y calidad del servicio que ofrecen al tránsito.

inferencia. Operación lógica mediante la cual se estima un parámetro o parámetros desconocidos en virtud de las relaciones con otras variables o parámetros conocidos.

información a conductores, sistema de. Contribuye a la ordenación del tránsito al proporcionar a los conductores información sobre las condiciones de la vía y el tránsito. A veces recomienda las rutas que hay que seguir.

información a usuarios (información de servicio). Información sobre tarifas, paradas, horarios y otros aspectos del servicio, esenciales para el uso eficiente del transporte público. El término también se refiere a los dispositivos empleados para transmitir tal información, incluyendo señales de paradas de autobús, horarios en folletos o libros, preguntas por teléfono, y servicios computarizados para la interacción con el usuario.

infracción a las normas de tránsito. Quebrantamiento de una o más normas del tránsito. Se llama también transgresión o contravención.

infraestructura. En sistemas de transporte, todos los componentes fijos (estacionarios y permanentes) del sistema de transporte usados para el derecho de paso de tránsito público, vías, equipos de señalamiento, estaciones, edificios para estacionar el automóvil y utilizar el transporte público,

paradas de autobús y edificios de mantenimiento. 2. En la planeación de transportación, todos los elementos relevantes del medio ambiente en el cual opera el sistema de transportación.

infraestructuras exclusivas de transporte. Elementos de infraestructura de sistemas de transporte, reservados solamente para el uso de vehículos de transporte. Algunos ejemplos incluyen rampas de acceso a vías rápidas, carriles para autobús, áreas separadas de la calle para el abordaje o descarga de autobuses, y áreas de derecho de paso separadas y completamente controladas.

ingeniería de tránsito. Rama de la ingeniería que tiene por objeto propiciar el movimiento seguro y eficiente de peatones y vehículos en vías terrestres.

ingeniería de transporte. Rama de la ingeniería que tiene por objeto propiciar el movimiento seguro y eficiente de personas y cosas mediante la utilización racional de distintos modos de transporte.

ingeniería preliminar (diseño preliminar). Aquella parte del desarrollo de un proyecto durante la cual los objetivos básicos de planeación se convierten en criterio específico y bien definido que permite que dé principio el proceso de diseño final.

ingeniería vial. Rama de la ingeniería que se ocupa del planeamiento, diseño o proyecto, construcción, conservación y explotación de vías terrestres.

ingreso por asiento kilómetro. El hecho de mover un asiento de pasajero por un kilómetro de distancia. En otras palabras, el número total de ingreso de kilómetros de un vehículo se consigue al multiplicar el número de asientos de ingreso por el número de kilómetros recorridos.

ingreso por kilómetros. Operación de kilómetros de vehículos disponibles para servicio de pasajeros.

inspección o contraste visual. Estimación del número de pasajeros que viajan en un vehículo de transporte público al cruzar por un punto de referencia, de aforo o de control, que se hace mediante la comparación y evaluación visual del nivel de ocupación del vehículo con patrones típicos definidos previamente.

inspector. En operaciones de transporte, una persona que observa y registra las numeraciones de

pasajeros, sincronización, velocidades, numeraciones de vehículos, apego al horario u otros datos útiles en la planeación y programación de transporte.

integración intermodal. Servicio de coordinación entre dos o más modalidades diferentes de transportación. Esta medida puede incluir estaciones conjuntas (de transbordo), programación coordinada, tarifas conjuntas (uniformes) y actividades combinadas de información pública.

intensidad. Volumen de tránsito que circula por un solo carril.

intercambiador. Intersección con uno o más pasos a desnivel y ramales de enlace entre sus ramas.

intercambiador de trompeta. Intercambiador de tres ramas provisto de una oreja donde se permite circular en ambos sentidos.

intercambiador direccional. Intercambiador que tiene, por lo menos, un ramal de enlace para los giros a la izquierda, orientado aproximadamente en esa dirección.

Intercambiador modal. Lugar de intercambio entre diversos modos de transporte. Centro de generación y atracción de actividades y servicios públicos y privados en el que confluyen autobuses urbanos e interurbanos, taxis, automóviles, personas con movilidad reducida, peatones y ciclistas.

intercambiador romboidal o de diamante. Intercambiador de cuatro ramas con un ramal de enlace simple en cada cuadrante.

intercambio. Sistema de rampas interconectadas entre dos o más caminos que se intersecan (carreteras, vías de transporte, etc.), separadas por desnivel.

intermodal. Uso de más de un medio o modalidad de transportación.

intermodalismo. Uso de más de un medio o modo de transporte. En el marco de la Istea de 1991, se fijó la meta de promover la vinculación eficiente entre todos los medios de transporte.

interruptor rotatorio. Dispositivo electrónico transistorizado que controla el flujo de corriente eléctrica a motores de tracción, al dar y cortar corriente muy rápidamente, resultando en una aceleración gradual del vehículo, con un uso reducido de corriente.

intersección. Lugar donde dos o más vías se unen o cruzan. Comprende todo el espacio destinado a facilitar los movimientos de los vehículos que giran y los que siguen de frente.

intersección a desnivel. La que tiene, por lo menos, un paso a desnivel.

intersección a nivel. La que no tiene pasos a desnivel.

intersección canalizada. Intersección en la que el tránsito está encauzado por medio de isletas.

intersección con cuatro señales de “Pare”. Intersección provista de señales de “Pare” en cuatro accesos, obligando a todos los vehículos a detenerse.

intersección con dos señales de “Pare”. Intersección provista de señales de “Pare” en dos accesos, que corresponden generalmente a los de una vía subordinada que cruza una preferente.

intersección de ferrocarril a nivel. Área donde un camino y una vía de ferrocarril se cruzan al mismo nivel, dentro de la cual están incluidas la vía de ferrocarril, el camino y las infraestructuras próximas a éste, tanto para el camino como para la vía de ferrocarril que atraviesan esa área.

intersección en T. Intersección de tres ramas en forma de letra T.

intersección en X. Cruce de dos vías con cuatro ramas en forma de cruz.

intersección en Y. Intersección de tres ramas en forma de letra Y.

intersección ensanchada. Aquella en que, por lo menos, uno de sus accesos se ha ensanchado y no tiene isletas direccionales.

intersección escalonada. Intersección en la que el eje de una rama no coincide con el eje de la rama opuesta, sino que hay un desplazamiento entre ellos.

intersección múltiple. Donde se cortan o empalman más de dos vías.

intersección oblicua. Donde las vías se cortan en ángulo oblicuo.

intersección ortogonal. Donde las vías se cortan en ángulo recto.

intersección semaforizada. La que está regulada por uno o más semáforos.

intersección señalizada. La que está regulada por señales que son habitualmente de “Ceda el paso” o “Pare”.

intersección sin semáforos. La que puede estar regulada por señales o no tener regulación alguna.

intersección, rama de. Cada una de las vías o tramos de vías que se unen en una intersección.

intersección, salida de una. Cada una de las calzadas o porciones longitudinales de calzada por donde el tránsito se aleja de una intersección.

intervalo (vehicular). Tiempo que transcurre entre el paso del extremo trasero de un vehículo y el mismo extremo del que lo precede por un punto fijo de una vía. Se asigna al vehículo de atrás si éste sigue al de adelante.

intervalo a capacidad. Intervalo entre vehículos a la densidad en que se alcanza la capacidad de la vía por donde van.

intervalo de aforo. Intervalo de tiempo durante el cual se hacen los aforos. Normalmente el período de estudio se divide en intervalos de tiempo, con el fin de conocer el patrón de comportamiento de la variable que se está midiendo en el estudio respectivo. También se puede seleccionar un intervalo de tiempo menor que el período de estudio para hacer un muestreo de la variable que se va a medir y luego sí expandirla para obtener un valor estimado correspondiente al período de estudio.

intervalo de confianza. Es un rango de valores (calculado en una muestra) en el cual se encuentra el verdadero valor del parámetro, con una probabilidad determinada.

intervalo de despacho. Período de tiempo entre dos despachos o partidas consecutivas, en un mismo sentido de operación de una ruta. Normalmente, se caracteriza por período específico del día; por ejemplo, intervalo de despacho en período pico.

intervalo de entrada (semáforo). Intervalo entre los vehículos que entran en una intersección semaforizada procedentes de una cola que se pone en marcha al iniciarse la indicación verde. Se mide a la entrada de la intersección.

intervalo de paso. Tiempo transcurrido entre el paso de dos buses consecutivos de una misma ruta,

en un sentido por un punto de referencia. Representa el inverso de la frecuencia.

intervalo de saturación (vehicular). El intervalo entre vehículos a flujo de saturación.

intervalo de seguimiento. Intervalo de tiempo entre la sucesión de los extremos delanteros de unidades de transporte (vehículo o tren) consecutivas que se mueven en la misma dirección a lo largo del mismo carril o vía (u otra guía), normalmente expresado en minutos.

intervalo de seguimiento regulado. Intervalo de seguimiento prescrito por otras razones, independientemente del acoplamiento de la relación entre la capacidad y la demanda.

intervalo de semáforo. Período de tiempo durante el cual el semáforo no cambia sus indicaciones.

intervalo, cambio de. Los intervalos “amarillo” más “todo rojo” que ocurren entre las fases para proporcionar un despeje en la intersección antes de que los movimientos conflictivos se alcancen.

inventario vial. Sistema de datos sobre las características físicas de una red vial.

isleta. Cualquier superficie prohibida a la circulación de vehículos en una vía o intersección de vías, para encauzar las corrientes vehiculares o servir de refugio a peatones.

isleta canalizadora. La que regula y encauza los movimientos del tránsito, especialmente los giros.

isleta de refugio de peatones. La que proporciona una zona de seguridad a los peatones.

isleta divisoria. La que separa corrientes vehiculares en el mismo sentido o en sentido contrario.

isleta pintada. La que se pinta en el pavimento.

iteración. Paso en un proceso cuyos resultados modifican las reglas que los producen. Éstos pasos o iteraciones se repiten hasta que se cumplen ciertos requisitos.

itinerario (transporte colectivo). Descripción de la ruta que sigue habitualmente una línea de transporte colectivo y también, a veces, las horas a las que debe llegar a distintos puntos de la línea.

J

jornada parcial. En operaciones de transporte, un turno corto de trabajo, que no puede ser incorporado en un recorrido completo de un día, normalmente programado durante horas pico. 2. En operaciones de transporte, un horario corto de trabajo para conductores, normalmente de una a tres horas de duración, por ejemplo, durante períodos de horas pico. 3. En algunos haberes del sistema de transporte, una corrida corta que tiene menos de ocho horas de duración. 4. En algunos haberes del sistema de transporte, un servicio de transporte que opera sólo en la porción de una ruta, normalmente durante horas pico.

K

kilómetros de carretera. Kilómetros lineales de carretera medidos por la línea central del derecho de paso.

kilómetros de derecho de vía. La longitud ocupada por uno o más carriles o rieles con derecho de paso.

kilómetros de línea. La suma de la longitud física existente (medida únicamente en una dirección) de todas las calles, carreteras o propiedades (suelo) usadas para el derecho de paso, atravesadas por un sistema de transportación (incluyendo facilidades exclusivas de derecho de paso y aquellas controladas especialmente), independientemente del número de rutas o vehículos que pasen sobre cualquiera de las secciones.

kilómetros de ruta. Duplicación de kilómetros en un sentido es el total de la ruta, cuando los segmentos de carretera o vía de cada ruta individual se suman en una dirección. Por ejemplo, un segmento de un kilómetro sobre el cual operan autobuses en ambas direcciones se considera como dos kilómetros; también se conocen como kilómetros de ruta direccionales o kilómetros de carretera o ruta. 2. No se duplica el total de kilómetros de rutas de un sentido, donde un segmento particular de carretera o vía se cuenta solamente una vez; ese segmento también se conoce como kilómetros lineales o kilómetros de carretera direccional. 3. Kilómetros de

ida y vuelta es el kilometraje en total de cada ruta recorrida de principio a fin. No se presta atención a dirección de rutas o número de rutas usando cualquier segmento de carretera o vía.

kilómetros recorridos. Kilómetros registrados, efectivamente recorridos durante la operación de vehículos, que indica por lo general un odómetro.

L

legibilidad instantánea. Distancia a la que el mensaje de una señal se puede leer de una ojeada.

legibilidad pura. Distancia a la que el mensaje de una señal se puede leer en un tiempo ilimitado.

letrero de ruta (autobús). Letrero grande que indica la ruta o destino de un autobús, que se suele colocar encima del parabrisas del vehículo.

ley de tránsito. Conjunto de preceptos destinados a ordenar el tránsito, promulgados por la entidad legislativa de un Estado o de sus subdivisiones políticas.

licencia de funcionamiento. Reconocimiento que hace la autoridad competente a una empresa para la prestación del servicio de transporte público automotor.

licencia de tránsito. Documento público cuya finalidad es autorizar el tránsito de un vehículo por las vías públicas del territorio nacional y que sirve como carta de propiedad e identificación del mismo.

limitación variable de velocidad (autopista). Sistema que limita la velocidad de los vehículos que circulan por una autopista a un valor que varía de acuerdo con las condiciones del tránsito y el tiempo.

límite autorizado de velocidad. Velocidad máxima autorizada para cada sección de tramo, determinada principalmente por el alineamiento, el perfil y la estructura.

línea. Compañía de transportación o línea de autobuses. 2. Servicio de transporte operado en una ruta o en una combinación de rutas específicas. 3. Tramo activo (en uso) de vía de ferrocarril o de un sistema de transporte guiado automáticamente. 4. En codificación de redes (sistemas), una ruta y su nivel de servicio, incluyendo la designación de mo-

dalidades (tipo de servicio), número de líneas, intervalos de seguimiento y la secuencia de puntos (nodos) de transbordo. Estos factores describen la ruta de la línea como un conjunto ordenado.

línea central. Línea separadora de sentidos que se pinta o coloca a lo largo del centro de una calzada con tránsito en ambos sentidos.

línea de acordonamiento. En lo concerniente a planeación, una línea imaginaria que circunscribe un área específica de estudio geográfico.

línea de borde. La que se pinta o coloca para hacer más visible el borde de la calzada.

línea de carril. Línea pintada o colocada en el pavimento para demarcar los carriles de una calzada.

línea de deseo (origen y destino). Línea recta entre el punto de origen y el de destino de un viaje, sin tener en cuenta la ruta seguida.

línea de detención. La que se pinta o coloca en el pavimento con el objeto de señalar el lugar donde deben detenerse los vehículos para obedecer cualquier indicación de parada.

línea de estacionamiento. La que tiene por objeto delimitar el lugar donde se puede estacionar.

línea de transporte. Servicio de transportación en un carril singular, sin brazos, con paradas por el camino. Generalmente el servicio es intenso (de alta capacidad) y usa derecho de vía exclusiva. 2. También puede utilizarse para describir servicio expreso o aún servicio de línea principal, en contraste con el servicio afluente.

línea principal. Camino o vía sobre los cuales se moviliza todo o casi todo el tráfico.

línea principal de doble vía. Línea principal que tiene dos vías (normalmente una para cada dirección).

línea principal de vía sencilla. Línea principal que tiene una sola vía. Requiere desviaderos para ceder el paso y para su operación bidireccional.

línea separadora de sentidos. La pintada o colocada en el pavimento para separar corrientes vehiculares de sentidos opuestos.

líneas reductoras de velocidad. Serie de líneas transversales pintadas o colocadas en una calzada a separaciones decrecientes en el sentido del tránsito,

para ejercer sobre los conductores un efecto psicológico reductor de velocidad.

longitud del vehículo. Distancia entre los extremos delantero y trasero de un vehículo.

luces de giro. Las que llevan los vehículos para indicar que se va a efectuar un giro a la izquierda o a la derecha, o bien un cambio de carril.

luz intermitente de aviso. Dispositivo luminoso para anunciar un peligro a los usuarios de una vía.

luz intermitente, destellador. En sistemas de ferrocarril, la luz intermitente en intersecciones de ferrocarril a nivel, que avisa a los conductores de automóviles, bicicletas y peatones, de los trenes que se aproximen.

M

manejo de la demanda de transporte. Conjunto coordinado de medidas (sociales, económicas, urbanísticas, etc.) de mediano y largo alcances que se aplican a un sistema social para tratar de reducir la demanda de transporte o hacerla más manejable.

manejo de sistemas de tránsito. Conjunto coordinado de medidas operativas que se aplican a un sistema vial terrestre para propiciar la seguridad y eficiencia del tránsito de personas y vehículos en el sistema. Es parte del manejo de sistemas de transporte.

manejo de sistemas de transporte. Conjunto coordinado de medidas operativas que se aplican a un sistema de transporte existente para propiciar la eficiencia y seguridad del transporte de personas y cosas. Comprende el manejo de sistemas de tránsito.

marca de obstáculo. La que denota la presencia de obstáculos cerca de la calzada que pueden ser peligrosos para los usuarios de la vía, tales como estribos o pilas de puentes, isletas, bases de semáforos, postes, etc.

marca de tránsito. Toda línea, dibujo, palabra u objeto aplicado o adherido al pavimento, bordillo u otra parte de una vía, para regular el tránsito, anunciar peligros y proveer información.

matriz de impedancia. En lo concerniente a planeación, un conjunto de impedancias de viaje de

zona a zona, tales como intervalos de tiempo y costos de viaje.

matriz de tiempos intermedios. Representación del cálculo de los tiempos intermedios entre los vehículos que despejan la zona de conflicto de la intersección y los que entran a la misma, así como los peatones que despejan o entran a la zona peatonal frente a vehículos conflictivos.

matriz de viajes. En lo concerniente a planeación, el conjunto del número de viajes efectuados entre cada par de zonas.

microbús. Autobús pequeño que tiene generalmente de 12 a 25 asientos. 2. Vehículo destinado al transporte de pasajeros que suele tener de 10 a 16 asientos.

microzonificación. División de un territorio urbano en microzonas geográficas, donde se pronostican comportamientos diferentes ante la ocurrencia de accidentes. Estos mapas constituyen un elemento esencial para la reducción del riesgo.

minibús. Autobús pequeño, capaz de llevar 20 pasajeros o menos. Es más frecuentemente usado para efectuar, viajes cortos, transportación de reacción de demanda o viajes de autobús compartido.

mobiliario urbano de paraderos. Casetas, bancas, señales y demás dispositivos utilizados para delimitar e identificar los paraderos.

modalidad. Forma específica de viaje, por ejemplo caminar, viajar por automóvil, viajar por autobús y viajar por tren.

modalidad de transporte. Categoría de sistemas de transporte, peculiarizada por las características comunes de tecnología, áreas de derechos de paso y tipo de operación. Algunos ejemplos de diferentes modalidades de transporte son el servicio regular de autobús, servicio de autobús express, transporte de tren ligero, tren de tránsito rápido, y tren de viaje corto y regular.

modalidad del servicio de transporte. Clasificación según la cual se define si se transportan pasajeros, carga, mixto (pasajeros y carga) y masivo.

modalidad, acceso de. Forma de acceso a la modalidad principal de transportación.

modelo. Representación artificial de un sistema real. El modelo constituye otro sistema que debe ser

más accesible y fácil de manipular que el sistema que representa.

modelo analítico. Modelo simbólico que describe la realidad mediante un sistema de expresiones matemáticas.

modelo de análisis. Modelo de predicción de la demanda, que divide una suma de viajes (tal como la suma de viajes desde un origen) en sus varios componentes (tales como los viajes que van desde el origen hasta cada uno de los destinos).

modelo de crecimiento regional. Modelo usado para determinar (calcular, valorar) los usos del suelo en una región.

modelo de demanda (modelo de proyección de demanda). Modelo que relaciona la cantidad de viajes con el nivel y precio del servicio de transportación y las características socioeconómicas del viajero potencial.

modelo de demanda agregada. Modelo calibrado al combinar las observaciones de viaje hechas por individuos, formando unidades geográficas o demográficas, usadas para calcular nuevos flujos cuando los atributos de servicio o los tamaños de las unidades cambian.

modelo de demanda directa. Modelo que simultáneamente (en una ecuación sencilla) predice todas las selecciones de viajes de grupos agregados de individuos.

modelo de demanda no agregada. Modelo que es calibrado usando las observaciones de conducta de selección de viajes, directamente de individuos, y es normalmente constituido como un modelo probabilístico.

modelo de distribución de actividades. Modelo usado para predecir la distribución geográfica de actividades en las que se hace uso del suelo.

modelo de opción múltiple. Modelo que modifica la suposición de que solamente dos selecciones son posibles y que permite el uso de cualquier cantidad de selecciones posibles dentro de un nivel dado de selección de viajes tales como modalidad, ruta, período de tiempo, o ya sea cualquiera de estas características de viaje o todas.

modelo de oportunidades intercurrentes. Modelo matemático que está basado en la teoría de

probabilidades y en el que se distribuyen viajes de una zona a cada una de las otras zonas, en proporción a la probabilidad de que en los viajes no se haya encontrado un destino previo en zonas clasificadas como más cercanas a la zona de origen.

modelo de porcentaje general. Modelo que calcula el porcentaje de viajes, como un porcentaje modal de todos los viajes o un porcentaje de destino de los viajes desde un punto dado.

modelo de secuencia. Modelo de demanda que está basado en la suposición de que las decisiones sobre los viajes son hechas en secuencias de etapas así: cómo se va a viajar (generación de viajes), qué destino se va a escoger (distribución de viajes), qué modalidad se va a seleccionar (porcentaje modal de pasajeros) y qué ruta se va a escoger (asignación de viajes).

modelo de selección abstracta. Modelo basado en la suposición de que no es necesario identificar las variables de selección de viaje por medio del nombre de su modalidad, destino, hora del día u otras características; en lugar de eso, éstas son identificadas por sus atributos; por ejemplo, las variables que describen el nivel de servicio.

modelo de selección binaria. Modelo usado en la generación de viajes y en la selección modal, que está basado en la suposición de que los viajeros escogen una de dos opciones posibles.

modelo de selección de modalidad (modelo de selección modal). Modelo usado para predecir la proporción de la suma de los viajes por persona, en cada una de las modalidades de transportación.

modelo de simulación. Modelo simbólico que representa un sistema real, reproduciendo consecutivamente los sucesos de interés que tienen lugar en el sistema real.

modelo de tráfico. Ecuación matemática o de método gráfico, usada para simular movimientos de tráfico, especialmente en áreas urbanas o en una vía rápida.

modelo de uso del suelo. Modelo utilizado para predecir la distribución futura de espacio para actividades urbanas (uso del suelo), produciéndose un crecimiento regional total, el sistema de transportación futuro y otros factores.

modelo determinista. Modelo que expresa la interacción de los elementos de un sistema con entera certeza, es decir, valores absolutos.

modelo físico. Réplica física de un sistema real a distinta escala.

modelo Fratar (modelo de distribución Fratar). Método de extrapolación de una distribución de viajes dada, con base en los factores (coeficientes) de crecimiento de los extremos de origen y destino. Fue nombrado en honor de Thomas J. Fratar, quien desarrolló el modelo.

modelo gravitacional. Modelo matemático de distribución de viajes que está basado en la premisa de que la cantidad de viajes entre dos zonas es proporcional a la cantidad de actividad en cada una de las dos zonas e inversamente proporcional al viaje de impedancia entre dichas dos zonas. En otras palabras, los viajes producidos en cualquier área dada se distribuirán a sí mismos de acuerdo con la accesibilidad a otras áreas y con las oportunidades.

modelo probabilístico. En modelado de transportación, un modelo cuya premisa básica dice que los flujos de viajes no pueden ser predichos con certeza y que usa probabilidades en su algoritmo como parte de su cálculo final, o en cualquier otra fase.

modelo simbólico. Aquel que representa los elementos de un sistema real por medio de símbolos que expresan relaciones matemáticas y lógicas similares a las de sus elementos reales homólogos.

modelo simultáneo. Modelo de predicción de demanda que está basado en la suposición de que los viajeros escojan un nivel de frecuencia de viaje, hora del día, destino, modalidad y ruta, a manera de una decisión única y que al tomar tal decisión, los viajeros consideran las alternativas para cada una de estas opciones en forma simultánea.

moderación del tránsito. Conjunto de medidas que se toman para obstaculizar la circulación del tránsito de paso por calles residenciales con el fin de reducir peligros y molestias a los residentes. Comprende el uso de reductores de velocidad, tales como ondulaciones, y el cierre de calles locales que puedan servir de vías alternativas a arterias y calles colectoras.

modo de transporte. Tipo específico de vehículo y servicio mediante el cual se realiza la acción del

desplazamiento de personas o cosas de un lugar a otro.

motocicleta. Vehículo motorizado con dos ruedas en línea de más de 45 cm de diámetro. 2. Vehículo motorizado que tiene dos ejes y dos o tres ruedas.

motor. Mecanismo para convertir energía (calorífica u otra) en un esfuerzo mecánico (energía mecánica). En transportación moderna, la fuente de energía del motor es normalmente un combustible líquido o gaseoso. 2. En uso común, el término es utilizado ampliamente para aparatos que generan movimiento. 3. Una locomotora.

movilidad. Facilidad de desplazamiento que se suele traducir en velocidad.

movilidad reducida. Es la restricción para desplazarse que tienen algunas personas debido a una discapacidad o que, sin ser discapacitadas, presentan algún tipo de limitación en su capacidad de relacionarse con el entorno al tener que acceder a un espacio o moverse dentro del mismo, salvar desniveles o alcanzar objetos situados en alturas normales.

movimiento. Dirección de giro sin importar el número de carriles y sin importar si los carriles están compartidos o son exclusivos.

movimiento, razón de. Tiempo en que se recorre una unidad de longitud.

movimientos críticos, análisis de (semáforo). Técnica para programar un semáforo o calcular el nivel de servicio de una intersección semaforizada usando los movimientos de tránsito más intensos.

muestra. Conjunto de elementos seleccionados de una manera particular para que sean representativos de la población o del universo al que pertenecen. En este sentido, una muestra es una réplica en pequeña escala de su universo.

muestreo. Proceso o técnica de seleccionar una muestra aceptable.

muestreo al azar. Forma de muestreo de probabilidad en el cual cada unidad del universo tiene una oportunidad igual de selección.

muestreo aleatorio estratificado. Este método categoriza la población según características típicas entre sí (estratos) que poseen gran homogeneidad.

muestreo aleatorio irrestricto. Caso especial del muestreo probabilístico, también conocido con el nombre de muestreo aleatorio simple. Es un procedimiento que se utiliza para seleccionar n unidades, una a la vez, de una población de n unidades, de tal manera que cada unidad seleccionada tenga la misma probabilidad de ser elegida en muestra.

muestreo aleatorio por conglomerados. En este muestreo la unidad muestral es un grupo de elementos de la población que forman una unidad, por lo cual se llaman conglomerados.

muestreo aleatorio sistemático. Requiere numerar todos los elementos de la población, pero en lugar de extraer números aleatorios sólo se extrae uno.

muestreo de área. Método de muestreo que divide una región geográfica en áreas más pequeñas y utiliza selección al azar para determinar áreas específicas o candidatos para entrevistar.

muestreo de cuota. Método de muestreo designado para obtener un número específico de correspondientes de características conocidas.

muestreo de probabilidad. Método de muestreo en el cual cada unidad del universo tiene una oportunidad segura de selección.

muestreo por rutas aleatorias. Se seleccionan los miembros de la muestra como parte del trabajo de campo. Para ello se establece un área de muestreo donde se fija un punto de partida, del cual empieza una ruta que se ha debido definir previamente y por la que van escogiendo los miembros de la muestra.

muestreo proporcional. Método de muestreo que fija una cuota para ciertas clasificaciones de la población que se estudia con base en la proporción de cada clasificación en la población total (universal) o la información previa de la distribución relativa en estas clasificaciones.

multimodal. Concerniente o que involucra más de una modalidad de transporte.

N

nariz. Extremo puntiagudo de un separador, isleta o espacio entre calzadas que apunta hacia la convergencia o divergencia de corrientes vehiculares.

nariz de convergencia. Elemento puntiagudo donde se unen los bordes interiores de dos calzadas que convergen.

nivel de servicio. Medida cualitativa que describe las condiciones de circulación de una corriente vehicular, caracterizada generalmente por ciertos parámetros como velocidad y tiempo de recorrido, libertad para maniobrar, interrupciones de la circulación, comodidad y seguridad. 2. Transporte. Conjunto de características que indican la calidad y cantidad del servicio de transportación provisto, incluyendo características cuantificables (efectividad del sistema, como frecuencia, duración y costos de viaje, número de transbordos y seguridad) y aquellas difíciles de cuantificar (calidad de servicio, como disponibilidad, comodidad, conveniencia e imagen de la modalidad). 3. Para sistemas de carreteras, una clasificación cualitativa de la efectividad de una carretera o infraestructura de carretera para manejar el tráfico, en términos de condiciones operantes. En el *Manual de capacidad de carreteras (Highway Capacity Manual)* se identifican las condiciones operantes que fluctúan desde A, para la mejor operación (bajo volumen, alta velocidad), hasta F, para las peores condiciones. 4. En los sistemas de transporte alterno, una variedad de medidas destinadas a denotar la calidad del servicio provisto, normalmente en términos de duración total de viaje o un componente específico de la duración total de viaje. 5. Para peatones, los conjuntos de clasificaciones de densidades de área (área asignada por persona) para vincular el diseño de las infraestructuras de transporte con los niveles de servicio (desde A para el mejor, hasta F para el peor).

nivel de confianza. Probabilidad (expresada en porcentaje) de que el parámetro estimado no rebase el error máximo tolerable.

nodo de partición. Se trata de un nodo para ser trabajado como uno doble.

nodo de transporte. Punto o local en el que una o más modalidades de transportación se encuentran, o en el cual dos o más rutas o líneas se encuentran.

normas de tránsito. Conjunto ordenado de reglas o preceptos de circulación.

número de arribos. Cantidad de vehículos tipo taxi que llegan a una zona amarilla en un determinado período de tiempo.

número interno. Número de orden asignado por las empresas de transporte a cada uno de sus vehículos de transporte público.

O

obstáculo lateral (vía). Objeto cercano a la calzada que puede ejercer un efecto psicológico restrictivo sobre los conductores.

ocupación crítica (Oc). Corresponde a la máxima ocupación registrada en un tramo de la ruta.

ocupación de un vehículo. Corresponde al número de personas a bordo de un vehículo de transporte público en un determinado lugar e instante de la ruta.

ocupancia (vía). Porcentaje del tiempo durante el cual está algún vehículo sobre un punto dado de una vía, durante cierto período de tiempo.

ocupancia, vehículo de alta. Vehículo cuyo número de ocupantes no es menor de un mínimo establecido, que suele ser tres o cuatro.

odómetro. Dispositivo incorporado a los vehículos que permite determinar la distancia recorrida o kilometraje acumulado de un vehículo, durante el período que se encuentre en movimiento.

oferta. Cantidad de vehículos tipo taxi que permanecen en una zona amarilla en un determinado período de tiempo.

ola verde (semáforos). Sucesión de indicaciones verdes de semáforos que van apareciendo a lo largo de una vía a ciertos intervalos para que grupos de vehículos puedan avanzar por la vía sin detenerse a una velocidad determinada.

onda de cambio (tránsito). Propagación en sentido contrario al tránsito de una discontinuidad en las variables que definen una corriente vehicular, que puede manifestarse como una reducción o aumento súbito en la velocidad de los vehículos, o bien su detención o arranque.

operaciones de tráfico mixto. Operación de vehículos de transporte en áreas de derecho de paso no exclusivas con vehículos que no son de transporte.

operador. Persona natural o jurídica que se dedica a transportar personas, animales, vegetales o cosas.

optimización diferida. La que se realiza en cualquier momento con datos que han sido tomados previamente de la realidad para aplicar luego sus resultados.

optimización dinámica. La que se realiza continuamente con datos que se toman de la realidad mientras sus resultados también se aplican en forma continua.

orden de marcha lenta. Sitio donde los vehículos deben caminar más despacio temporalmente que la velocidad máxima autorizada en esa área.

orden de servicio (permiso). Acto administrativo de la autoridad usado para delegar, normalmente mediante la figura legal de resolución, la ejecución de servicios de interés colectivo o un uso especial de bienes públicos.

orígenes y destinos, matriz de. Matriz donde se indica el número de viajes estimados que se realizan durante cierto tiempo entre distintas zonas en que se ha dividido una región que se estudia.

P

par vial. Sistema vial formado por dos calles paralelas, cercanas y con sentidos opuestos de circulación.

parada (autobuses). Lugar designado en la vía pública donde los autobuses urbanos pueden efectuar paradas cortas para recoger y dejar pasajeros.

parada antes del cruce de la intersección. Parada de transporte localizada cerca de la intersección. Las unidades de transporte (vehículos o trenes) paran para servir a pasajeros antes de cruzar la intersección.

parada de autobuses cubierta. La que está provista de techo y hasta de paredes para proteger de las inclemencias del tiempo a los pasajeros que esperan.

parada de autobuses en la entrada. Parada en el acceso a una intersección, es decir, antes que el autobús la cruce.

parada larga o espera. Interrupción de la marcha de un vehículo cuando el conductor apaga el motor, pero no se aleja del vehículo para poderlo mover en cualquier momento.

parada momentánea. Detención de un vehículo, sin apagar el motor, para recoger o dejar personas o cosas, sin interrumpir el normal funcionamiento del tránsito.

parada por señal. En operaciones de tránsito, un servicio que responde a señal.

parada temporal. Tiempo estructurado en un horario entre llegadas y salidas, que se usa para recobrar demoras y para preparar el viaje de regreso.

paradero. Lugar junto a un andén o plataforma donde vehículos de transporte colectivo interurbano pueden efectuar paradas largas para servir a pasajeros.

parador. Sitio junto a la vía, debidamente acondicionado para que los viajeros puedan parar y descansar. Algunos están provistos de servicios sanitarios y otras comodidades.

parámetro. Constante de una expresión matemática cuyo valor puede ser asignado por quien usa la expresión. También se llama así a cualquiera de las variables que definen las características del tránsito.

parámetros de eficiencia. Indicadores de productividad y calidad del servicio.

parámetro macroscópico. Uno de los que expresan las características de las corrientes vehiculares en conjunto, como el volumen, la velocidad media y la densidad.

parámetro microscópico. Uno de los que caracterizan la interacción de vehículos individuales dentro de la corriente vehicular, tales como el intervalo, el paso del vehículo y la brecha.

parque automotor. Número total o de cierta clase de vehículos automotores registrados en un país, región o ciudad.

pasajero. Toda persona que sube a un vehículo de transporte público y que paga una tarifa por el servicio de traslado de un lugar a otro. Los niños de brazos o los que no pagan pasaje para efectos del estudio de ascenso y descenso no son contabilizados como pasajeros.

pasajero kilómetro por vehículo kilómetro. Número de kilómetros de pasajero logrados por un kilómetro de vehículo específico. Esta medida es el equivalente al factor de carga para autobuses, barcos o aviones, pero se ajusta al introducirse carros

al tren. Por ejemplo, cien personas en un carro de tren con capacidad para cien personas, llevan un factor de carga de 100%. Si se agrega un carro para diez pasajeros más, el factor de carga baja a 55%, pero en muchas formas la productividad ha subido, no bajado.

pasajero obligado. Persona que se ve obligada a utilizar el transporte colectivo por no disponer de ningún otro medio de transporte para hacer viajes necesarios.

pasajero regular. Persona que viaja regularmente entre su hogar y una ubicación fija (tal como el trabajo o la escuela).

pasajeros, control de. Sistema de barandales, casetas u otros aparatos para coleccionar tarifas y dirigir el movimiento de pasajeros. Los controles también pueden usarse para distinguir entre pasaje de tarifa pagada y pasaje no pagado.

pasajeros, flujo de (tráfico de pasajeros). Número de pasajeros que pasan por cierto lugar en una dirección específica durante un período de tiempo indicado.

pasajeros, grupo de. Pasajeros que tienen un punto de origen y destino común o una variable demográfica en común y viajan juntos en el mismo vehículo.

pasillo de circulación (estacionamiento). Lugar destinado a la circulación de vehículos dentro de una terminal de estacionamiento.

paso. Tiempo que tarda un vehículo en recorrer su propia longitud.

paso a desnivel. Cruce a diferentes niveles de dos calzadas o de una calzada y una vía férrea.

paso a nivel. Cruce o intersección de carreteras, vías de ferrocarril o aceras o combinaciones de éstas, al mismo nivel o rasante.

paso inferior. Cruce de una calzada por debajo de otra o de una vía férrea.

paso superior. Cruce de una calzada por encima de otra o de una vía férrea.

paso, prioridad de. Prioridad que tiene un vehículo sobre otro para usar una porción de una vía.

patio de estacionamiento (de buses). Sitio en el cual se guardan los vehículos que no están en ope-

ración (por ejemplo durante las noches, las horas valle o con baja demanda, etc.).

patrón de rutas. Red de rutas de tránsito. 2. Patrón de rutas de tránsito, por ejemplo, rejilla radial.

patrón de viajes. Forma en que se generan y distribuyen habitualmente los viajes de acuerdo con el uso del terreno y otros factores.

patrón de volúmenes de tránsito. Forma característica en que varía el volumen de tránsito que circula por una vía durante cierto período de tiempo.

peatón indisciplinado. Aquel que cruza una calle por sitios no autorizados.

peatonal, cruce. Zona demarcada con el fin de que los peatones la usen para cruzar una calzada.

peatonal, zona. La destinada a peatones.

peatones, botón para (semáforo). Dispositivo conectado a un semáforo mediante el cual los peatones pueden solicitar la indicación para cruzar una vía.

peatones, refugio de. Lugar en una vía donde los peatones pueden ubicarse con cierta protección de los peligros que entraña el tránsito vehicular.

pelotón, caravana. Conjunto de vehículos o peatones que avanzan juntos, en grupo, voluntaria o involuntariamente.

pelotones, claro entre. Brecha temporal entre pelotones, que se mide por el tiempo que media entre el paso, por un punto de la vía, de la parte trasera del último vehículo de un pelotón o caravana, y el paso del frente del primer vehículo en el pelotón o caravana que viene detrás.

peralte, transición del. Cambio en la sección transversal de una calzada de la sección normal en recta a la peraltada en curva o viceversa.

percentil. En un grupo de valores se llama percentil al valor que no es excedido por un porcentaje dado del número total de valores. Así, el percentil 85 de las velocidades es la velocidad no superada por el 85% de los vehículos observados y rebasada por el 15%.

perfil longitudinal. Trazado en perfil de una vía, es decir, las características geométricas de su eje proyectadas sobre una superficie vertical que lo contiene.

período de estudio. Tiempo para el cual se hace la determinación del volumen peatonal o los estudios de ingeniería de tránsito. La duración del período de estudio se define en función de la finalidad del estudio o tamaño de la muestra.

período de máxima demanda. Intervalo de tiempo durante el cual se presentan los máximos flujos de vehículos o de usuarios de transporte. Cuando el período de tiempo es una hora se conoce como Hora de Máxima Demanda (HMD), Hora Pico u Hora Punta.

período normal. Períodos de tiempo fuera del tiempo de máximo tráfico (o tiempo pico).

período valle. Período de tiempo durante el cual se presentan las condiciones mínimas de tránsito o de movimientos de usuarios de transporte. Si el período de tiempo es una hora se llama Hora Valle.

personas con desventajas para hacer uso del sistema de transporte (grupos de poca movilidad). Aquellas personas cuyo rango de alternativas de transportación está limitado, en especial en la disponibilidad de alternativas relativamente fáciles de utilizar y de alternativas baratas para hacer viajes. Algunos ejemplos incluyen a los jóvenes, ancianos, pobres, discapacitados y aquellos que carecen de automóvil.

pico horario. Fracción de la hora pico cuando pasa el mayor volumen de tránsito horario.

pico horario, factor de. Cociente entre el volumen de la hora pico y el volumen horario durante el pico horario.

plan de acción. Descripción de los acuerdos organizacionales estatales, asignaciones de responsabilidades y los procesos de elaboración de decisiones para asegurar que los efectos económicos, sociales y ecológicos sean considerados por completo, al igual que los problemas técnicos en el desarrollo de planes estatales y regionales multimodales, estudios de corredor y cualquier proyecto de carretera resultante, para que las decisiones finales sirvan mejor el interés público general.

plan de acción o política. En transportación, un curso definido seleccionado entre otras alternativas, para guiar y determinar decisiones en asuntos de transportación. Este plan prescribe los límites dentro de los cuales el esfuerzo hacia la meta debe darse.

plan de rodamiento. Programación de la operación de los vehículos de transporte público, donde se asigna la ruta y el horario a cada uno de los vehículos que conforman la flota activa de una empresa.

plan de señales. La duración y asignación de los tiempos para la secuencia de todas las señales que regulan el tránsito de una intersección controlada por semáforo.

planeación de rutas. En planeación, la sede de todas las rutas eficientes entre algún origen y todos los destinos. Compilación de las rutas más eficaces desde los puntos de origen hacia los destinos planeados.

planeamiento (vías). Formulación de las características generales de un sistema vial y de un plan de acción para guiar su desarrollo, conservación y explotación. Se espera que sus resultados tengan vigencia a largo plazo.

planeamiento de sistema. En transportación, un procedimiento para desarrollar medios íntegros de proveer sitios adecuados para el movimiento de personas y mercancía, que incluye análisis regional de necesidades de transportación y la identificación de corredores de transportación involucrados.

planificador. Profesional que se dedica a la planificación o planeamiento.

planilla de transporte o de carga (transporte). Título legal de un contrato de transporte terrestre.

plataforma. Conjunto de la calzada y las bermas de un camino.

plataforma (plataforma de pasajero). Parte de un sitio de transportación, adyacente a los rieles o calle donde paran trenes o vehículos para que los pasajeros suban o bajen. Dentro de las estaciones esto frecuentemente se llama plataforma de estación.

plataforma alta. Plataforma elevada al nivel del piso de la unidad de transporte (vehículo o tren), eliminando la necesidad de tener escalones en la unidad de transporte.

plataforma baja. Plataforma en línea con la calle o riel donde corre la unidad de transporte (vehículo o tren), que requiere que el pasajero use escalones para abordar o descender.

plataforma central. Plataforma para pasajeros en medio de dos pares de rieles o vías para servir a ambos.

plataforma lateral. Plataforma para pasajeros colocada hacia el lado de afuera de los rieles, o vía que es distinta de la plataforma central colocada en medio de dos pares de rieles o vías.

población o universo. Es un conjunto de unidades o elementos que presentan una característica común; se considera también un conjunto de medidas. Si la característica observada ha sido medida, recibe el nombre de variable continua; si, por el contrario, tan sólo se hace el recuento se le denomina atributo o puede ser una variable discreta.

polígono de carga (transporte colectivo). Gráfico que ilustra sobre la cantidad de ascensos y descensos en los tramos característicos de una ruta.

porcentaje modal de pasajeros (porcentaje de pasajeros por modalidad). Proporción de la suma de los viajes por persona efectuados en cada una de las modalidades específicas de transportación. 2. Proceso de separación de la suma de los viajes por persona, en las modalidades de viaje utilizadas. 3. Término que describe la cantidad de personas que usan formas alternativas de transportación. Es empleado frecuentemente para describir el porcentaje de personas que utilizan automóviles privados, en oposición al porcentaje de personas que usan transportación pública.

portales. Puntos de inicio y finalización de las rutas troncales. En estas estaciones se realizan transbordos entre los buses troncales, alimentadores y las rutas de transporte intermunicipal. La tarifa es integrada con los alimentadores, es decir, que no se realiza doble pago; en esta forma el sistema cubre las troncales y zonas periféricas de la ciudad y los municipios vecinos.

preferencia o derecho de vía. Término en general que denota tierra, propiedad o interés en el mismo, usualmente en un tramo, adquirida o dedicada al uso de transportación. En tránsito, los derechos de paso pueden categorizarse por el grado de su separación: A. Completamente controlada, sin cruces a nivel. También se conoce como separación de niveles, exclusivos o privados. B. Separada física y longitudinalmente de otro tráfico (por bordillos, barreras, separación de niveles, etc.) pero con cruces a nivel. C. Calles con tráfico mixto, aunque haya

tránsito de preferencia. 2. Preferencia otorgada a un vehículo o persona sobre otro.

proceso de planeación del transporte urbano. El proceso de planeación para áreas urbanizadas está dirigido a programas en desarrollo, para cumplir con las necesidades de transportación de una región por medio del análisis del sistema existente y por la preparación de planes y estudios de una manera general, continua y cooperativa. Se dan como resultado varios documentos: un plan parcial para la dirección (administración) con el fin de optimizar del sistema de transportación, un programa para el mejoramiento de la transportación, un prospecto, un plan unificado del programa de trabajo y un plan parcial a largo alcance.

proceso de planeamiento. En transportación, el proceso requerido por legislación de transportes y carreteras por medio del cual las comunidades desarrollan sus propuestas para proyectos de transportación con miras a servir las necesidades de un área.

proceso determinista. Proceso en el cual todos los factores son conocidos y predecibles, el cual produce resultados uniformes y replicables.

proceso estocástico o al azar. Incluye variables al azar y una producción que no se reproduce (véanse procesos determinísticos).

producción de viajes. En lo concerniente a planeación, número de viajes, diarios o durante un intervalo de tiempo especificado, producidos desde una zona dada y que regresan a ésta, generalmente la zona de residencia. La producción de viajes también puede ser definida como el destino en la zona de residencia de viajes con base de residencia o el origen de viajes sin base de residencia.

producción, resultado. Algo producido. Por ejemplo, el resultado de un proceso analítico.

productividad. Relación de unidades de producción de la transportación a las unidades de información (recursos utilizados). Por ejemplo, kilómetros de vehículo por hora de operador, kilómetros de pasajeros por costo de unidad de operación.

programa (informática). Serie de instrucciones escritas que se da a un computador para indicar a éste los pasos necesarios para realizar una función determinada.

programación (informática). Conjunto de actividades destinadas a producir programas informáticos.

promedio anual, días de la semana. Promedio anual de tráfico por un año civil o fiscal que incluye días de la semana (de lunes a viernes). Puede también excluir días de fiesta.

pronóstico del tránsito. Predicción del volumen y distribución del tránsito que circulará por una vía, por parte de ella o en un sistema de vías, en una fecha futura.

proporción de flujo. En lo concerniente al transporte, número de unidades (pasajeros o vehículos) que pasan por un punto en una infraestructura de transporte, durante un cierto período de tiempo, normalmente contadas o computadas como unidades por hora. Por ejemplo, si ocho autobuses pasan por un punto durante la primera media hora y 15 durante la segunda media hora, el volumen por hora será de 23. De cualquier manera, la proporción de flujo de la primera media hora será de 16 autobuses por hora, y para la segunda media hora la proporción de flujo será de 30 autobuses por hora.

propósito de viaje. La razón principal por la que se hace un viaje, como por ejemplo el trabajo, compras, citas médicas y recreación.

proyección de demanda. En planeación de transporte, una técnica para calcular el número de usuarios potenciales de un sistema y sus horas y rutas deseadas de viaje.

proyectar, pronosticar. En lo concerniente a planeación, el proceso de determinar condiciones futuras, magnitudes y modelos dentro del área urbana, tales como población futura (proyectada), características demográficas y demandas de viaje.

punto de cambio (tránsito). Punto en una calzada o carril donde se produce una discontinuidad en los valores de la corriente vehicular que circula por allí.

punto de conflicto. Punto o área reducida donde se intersecan o confluyen trayectorias de vehículos.

punto de control, de aforo o de referencia. Sitio específico sobre el itinerario en el cual se hace un aforo o una observación con fines de verificación, calificación o cuantificación de una variable de transporte. Este punto normalmente se ubica en

las principales intersecciones, en las paradas de bus o donde ocurra una situación que se desee estudiar.

punto de convergencia. Sección de una guía o camino, en el cual dos líneas o carriles convergen en una sola línea o carril.

punto de despacho. El sitio donde se inician o reinician los viajes (recorridos).

punto de divergencia. Punto donde dos rutas de transporte se separan después de operar en la misma línea.

punto de enlace (vínculo). En lo concerniente a planeación, una sección de la red de un sistema de transportación, delimitada por los puntos de intersección (nodos) en cada extremo; esto es, un vínculo conecta dos nodos.

punto de entronque. Punto en el cual un ramal de una vía de línea de ferrocarril se conecta con la vía de una línea principal. 2. Punto en el que en dos o más vías de ferrocarril se intercambian vagones, usando vías que se conectan. 3. Punto en el cual varias líneas de transporte convergen.

punto de extensión. Punto de donde una ruta de transporte se alarga de una ruta existente.

punto de intersección. Punto de donde una ruta de transporte cruza o termina con otra ruta.

punto de partición. Punto donde se cruzan las dos bandas de coordinación, en casos de vías de doble sentido, obteniéndose para los flujos transversales el tiempo restante.

punto de tiempo. Punto en una línea o ruta por donde unidades de tránsito (vehículos o trenes) deben pasar según un horario específico. Generalmente se usa el tiempo de salida.

punto de volumen máximo de pasajeros. Punto en una línea o ruta de transporte, en el cual el volumen de pasajeros está al máximo. Hay un punto de volumen máximo de pasajeros en cada dirección.

punto terminal. Puntos extremos del itinerario de una ruta donde se inicia o termina un viaje.

R

radio de acción. Área en que opera una empresa de transporte en el ámbito municipal o distrital.

Puede ser metropolitano, suburbano, interveredal, urbano y periférico.

radio de curvatura. La clasificación de la severidad de una curva al compararla con el arco de un círculo de un radio dado.

ramal (bifurcación) de línea. Línea resultante de la bifurcación de un tramo de la línea principal para dar servicio a un área no servida directamente por la línea principal misma.

ramal de enlace. Vía de enlace para vincular dos o más calzadas que se cruzan a desnivel. Tramo de vía corto destinado a vincular dos ramas de una intersección para facilitar movimientos de giro.

ramal de enlace directo. Calzada de enlace en la que los vehículos voltean en la dirección hacia donde quieren ir.

ramal de entrada (autopista). Tramo de vía por donde entran los vehículos a una autopista.

ramal de salida (autopista). Tramo de vía por donde salen los vehículos de una autopista.

ramal externo. Ramal que enlaza dos vías que se cruzan a desnivel para que lo usen los vehículos que giran a la derecha.

ramal transversal. Ramal corto que enlaza dos calzadas paralelas con tránsito en el mismo sentido.

rampa. Plano inclinado para que los vehículos puedan subir a un nivel superior y bajar del mismo. 2. Longitud de carretera que proporciona una conexión exclusiva entre dos medios de la carretera.

rampa helicoidal. Rampa con desarrollo curvo, cuya proyección horizontal generalmente es circular.

rampas con medidor. Proceso de facilitar el flujo de tráfico en autopistas al regular el volumen de tráfico que entra por medio del uso de aparatos de control instalados en las rampas de entrada. 2. Proceso de instalar aparatos medidores y semáforos que permiten que el tráfico entre a un paso predeterminado.

razón beneficio/costo. Relación entre el beneficio alcanzado o que se espera obtener de una inversión (reducido a términos monetarios) y el costo de la misma.

recorrido. Distancia que se ha desplazado un móvil.

recorrido a pie. Distancia que se ha recorrido a pie.

recorrido abierto (viaje extra). Viaje que se pone en efecto cuando otros viajes han sido asignados y al que normalmente se asignará personal extra, hasta que se seleccionen los demás viajes, o pueda decidirse por antigüedad.

recorrido base. Recorrido normal que no tiene interrupciones sin pago adicional y normalmente es de ocho horas de duración.

recorrido de autobús. Horario diario de un autobús apuntado y numerado en horario patrón. Cada vehículo muestra su número de viaje de autobús.

recorrido de vehículo. Movilización, en un solo sentido, de un vehículo entre dos puntos.

recorrido dentro de zona. Viaje dentro de los límites de una zona de transportación (dentro de una tarifa).

recorrido en autobús nocturno. Autobús que opera durante las altas horas de la noche hasta las más tempranas de la mañana comúnmente, de la medianoche a las 4 o 6 a.m.

recorrido guía. Recorrido que opera delante de otro en la misma ruta o línea.

red (vía). Disposición de un sistema de vías que sirve a un área determinada.

red compuesta. En planeamiento, un grupo de líneas interconectadas que representan una combinación de múltiples formas de rutas y servicios en existencia y propuestas. Frecuentemente se usa para simular un diseño para viajes y determinar capacidades u otras características del sistema de transportación.

red de alimentación o red local. Conjunto de vías por las cuales circulan mayoritariamente servicios locales y alimentadores.

red de códigos. Proceso de abstraer detalles de una red de transportación y registrarlos en propia forma para ser procesados en un computador.

red trazada. En lo concerniente a planeación, la secuencia de nodos que define los vínculos que dan lugar a las rutas más cortas entre dos zonas.

red troncal. Conjunto de vías por las que circulan mayoritariamente servicios troncales, y la operación

de los buses (vías segregadas, exclusivas, estaciones de transferencia, entre otros, y equipamientos exclusivos).

red, información sobre la. En lo concerniente a planeación, una serie de registros, compilados por medio del uso de datos obtenidos de los registros sobre la red, en la que se anota el mínimo de duración de viajes, costo o distancia entre cada par de zonas.

refugio para peatones. Espacio diseñado para el uso y protección de peatones. Incluye una zona de seguridad y un área próxima que está rodeada de aparatos protectores de alarma y con bloques deflectores.

regulación del tránsito. Conjunto de medios destinados a ordenar la circulación.

regulación en la calzada principal (autopista). Distintos medios de información y regulación que se aplican al tránsito que va por la calzada principal de una autopista, con el propósito de hacer la circulación más fluida y prevenir accidentes.

regulador (semáforo). Mecanismo electromecánico o electrónico que gobierna los cambios de luces de un semáforo.

regulador de anillo único (semáforo). Regulador accionado por el tránsito donde sólo se puede programar una serie de fases consecutivas.

regulador de doble anillo (semáforo). Regulador accionado por el tránsito donde se pueden programar dos series independientes de fases concurrentes, siempre que los movimientos permitidos en una serie no interfieran con los de la otra.

relación de base/pico (relación máximo/normal). Relación entre el número de vehículos que operan en servicio de pasajeros durante las horas de máximo tráfico y horas de base. 2. Relación entre el número de pasajeros que viajan durante las horas pico y el período de base.

relación de verde. Relación entre la duración de un intervalo verde determinado y la del ciclo a que corresponde.

relación de velocidad/flujo. Relación de flujo (volumen) entre unidades en un sitio de transportación y la velocidad de esas unidades. Cuando el flujo aumenta, la velocidad se reduce.

relación operativa. Relación de costos de operación a ingresos operativos es el costo inverso de relación de recuperación. Se usa como medida de eficiencia financiera.

relación peso/potencia. Relación entre el peso de un vehículo y la potencia que desarrolla su motor.

remolque. Vehículo sin tracción propia cuyo peso descansa sobre sus propios ejes y es remolcado por un camión tractor.

resalto. Área elevada en la superficie del pavimento de una calle, colocada transversalmente a la circulación vehicular.

restricciones al tránsito. Medidas que se toman para entorpecer la circulación. Se usan mucho en calles residenciales para evitar que el tránsito de paso las utilice.

riesgo. Resultado de relacionar la potencial acción de una amenaza con las condiciones de vulnerabilidad de la misma comunidad.

rojo efectivo. Tiempo durante el cual a un movimiento dado o a un grupo de movimientos no se le permite su circulación, establecido en segundos, siendo la duración del ciclo menos el tiempo de verde efectivo para una fase específica.

rotación de la demanda. Estudio diseñado para determinar la cantidad de pasajeros que suben y bajan, así como la ocupación vehicular por tramo de línea.

ruta o línea. Se entiende como el servicio regular autorizado a una empresa de transporte público para la prestación del servicio entre un origen y un destino, con un itinerario definido y características en cuanto a horarios, frecuencias y demás aspectos operativos determinados.

ruta circular. Ruta con recorrido perimetral a una zona (por ejemplo, el centro) en un solo sentido y con un solo punto terminal.

ruta corta. Ruta de viaje entre dos puntos, en la que existe la menor acumulación de tiempo, distancia u otra medida de impedancia.

ruta diametral. Ruta que une dos puntos, pasando a través del centro de la ciudad o en forma tangencial a éste.

ruta ideal. Línea recta en un mapa, que conecta el origen y destino de un viaje (teóricamente la ruta

ideal o más deseable). Puede indicar, por medio de su anchura o densidad, el volumen de viajes entre tal origen y destino.

ruta local. Ruta cuyo itinerario se encuentra en un barrio o un sector de la ciudad, como por ejemplo una ruta enmarcada dentro del radio de acción a una empresa (metropolitano, suburbano e interveredal, urbano o periférico).

ruta para bicicletas o ciclorruta. Cualquier camino, calle, vereda o vía diseñado específicamente o de alguna manera, y accesible para viajar en bicicleta, independientemente de que tales facilidades estén designadas para el uso exclusivo de bicicletas o para ser compartidas con otros vehículos o peatones.

ruta perimetral. Ruta que une barrios o sectores de una ciudad sin pasar por el centro.

ruta radial. Ruta que une los puntos periféricos con el centro de la ciudad.

ruta radial envolvente. Ruta que pasa por los corredores similares a las rutas radiales y que en el centro o la periferia tiene características similares a las circulares.

S

sección adicional (doble). Segundo autobús añadido para acompañar a un autobús programado regularmente, utilizado para manejar la sobrecarga de pasajeros.

sección de máxima demanda. Tramo en el cual la ocupación es máxima.

seguimiento vehicular. Tipo de análisis que procura definir en términos matemáticos la forma en que un vehículo sigue a otro, para de ahí inducir la dinámica de una corriente vehicular.

semáforo. Dispositivo que proporciona indicaciones visuales para el control del tránsito de vehículos y peatones en intersecciones. Las indicaciones se hacen a través de luces con lentes de diferentes colores. El color verde corresponde a la indicación de “siga” y el color rojo a “pare”; el color amarillo normalmente sirve de transición entre las fases de “siga” y “pare”. Los lentes con luces de colores diferentes se ordenan verticalmente en una secuencia

convencional y preestablecida de la siguiente manera: rojo, amarillo y verde.

semáforo accionado por el tránsito. Semáforo donde los intervalos y fases varían de acuerdo con las demandas del tránsito, registradas por actuaciones en detectores o botones de contacto.

semáforo accionado totalmente por el tránsito. Aquel que recibe accionamientos de los detectores instalados en todos los accesos a la intersección que regula.

semáforo de tiempos fijos. Aquel que dirige el tránsito conforme a ciclos e intervalos establecidos previamente.

semáforo para peatones. Semáforo o cabeza del mismo que se usa para regular y dirigir el tránsito de peatones.

semáforo semiaccionado por el tránsito. Aquel que recibe accionamientos únicamente de los detectores instalados en los accesos secundarios de la intersección que controla.

semáforo, cabeza de. Parte principal del semáforo donde se encuentran los lentes destinados a dar indicaciones a los usuarios de las vías.

semáforo, cambio forzado en. En un semáforo accionado por el tránsito, finalización obligatoria de una fase accionada.

semáforo, cambio por prioridad en. Cambio de los períodos normales de un semáforo a otros especiales que tienen prioridad en ese momento.

semáforo, cara de. Pieza de los semáforos en la que quedan alojadas las lentes y las lámparas, mediante las cuales se proporcionan indicaciones, con luces de tres colores diferentes, al tránsito de vehículos y peatones que circulan en una dirección determinada.

semáforo, ciclo de. Tiempo total que requiere una sucesión completa de los intervalos de un semáforo.

semáforo, ciclo sobresaturado de. Ciclo en que todos los vehículos que esperaban cuando se inició la fase verde (al menos en un acceso) no pudieron entrar en la intersección al terminarse ésta.

semáforo, desfase de. En un sistema de semáforos, es la diferencia de tiempo entre el comienzo de

una fase en un semáforo y el inicio de la fase correspondiente en otro, real o imaginario, que se toma como referencia.

semáforo, duración del ciclo de. Tiempo total en que un semáforo completa un ciclo.

semáforo, fase de. Parte del ciclo del semáforo que consta de: a) un intervalo durante el cual recibe siempre el derecho de paso un movimiento o combinación de movimientos vehiculares o peatonales, y b) uno o más intervalos de transición, como el amarillo o amarillo más todo rojo.

semáforo, fase peatonal de. Fase de un semáforo que da el derecho de paso a peatones, permitiendo algunos movimientos vehiculares o prohibiéndolos todos.

semáforo, fase vehicular de. La que está dedicada al tránsito vehicular.

semáforo, flecha de. Indicación en forma de flecha (no luz) iluminada (roja, amarilla o verde) que exhibe un semáforo.

semáforo, fracción inicial de intervalo de. En los semáforos accionados por el tránsito, es la fracción mínima del intervalo verde que proporciona el tiempo necesario para arrancar a los vehículos que están parados.

semáforo, fracción inicial variable de intervalo de. En los semáforos accionados por el tránsito es la fracción inicial del intervalo verde, cuya duración puede variar según el número de vehículos en cola que esperen la indicación verde.

semáforo, fracción prorrogable de intervalo de. En los semáforos accionados por el tránsito, la fracción del intervalo verde que sigue a la fracción inicial.

semáforo, indicación de. Iluminación de lentes de un semáforo para indicar los movimientos de tránsito que pueden circular y los que deben estar parados.

semáforo, indicación fija de. Indicación con luz fija (no de destellos).

semáforo, indicación intermitente. Indicación con luz de destellos.

semáforo, interruptor de retorno de. Interruptor manual en un regulador accionado por el

tránsito que hace retornar el derecho de paso a un movimiento de tránsito, aun cuando no se hayan registrado los accionamientos correspondientes.

semáforo, intervalo de. Período de tiempo durante el cual el semáforo no cambia sus indicaciones.

semáforo, intervalo de despeje de. Intervalo “amarillo” o “rojo rojo” que se inserta en una fase de un semáforo con el fin de proporcionar tiempo para despejar la intersección al final de la fase.

semáforo, intervalo de despeje para peatones en. Intervalo de despeje después de la indicación “Cruce”, que es normalmente un “No cruce” intermitente.

semáforo, intervalo todo rojo de. Parte del ciclo de un semáforo en que se exhibe la indicación roja para todos los movimientos posibles.

semáforo, intervalo verde efectivo de. Valor que resulta de sumar los intervalos verde y amarillo de una fase y sustraer de la suma los tiempos perdidos por arranque de cola y por despeje.

semáforo, izquierda anticipada de. Disposición de fases en la que se autoriza un movimiento de giro a la izquierda antes que el movimiento de frente a que acompaña.

semáforo, izquierda prolongada de. Disposición de fases en la que un movimiento de giro a la izquierda continúa después que el movimiento de frente al que acompañaba ha sido detenido.

semáforo, lente de (CR, M, ME). Parte de la unidad óptica de un semáforo que filtra la luz que emite una placa reflectora.

semáforo, luz de. Indicación en forma de círculo (no flecha) rojo, amarillo o verde.

semáforo, omisión de fase de. Propiedad de un regulador accionado por el tránsito de omitir una fase cuando no hay demanda para ella.

semáforo, operación de destellos de. Tipo de régimen de funcionamiento de un semáforo que exhibe indicaciones rojas y amarillas intermitentes.

semáforo, operación de indicaciones fijas de. Tipo de funcionamiento normal de un semáforo con indicaciones no intermitentes.

semáforo, períodos de, tiempos de. Parámetros temporales que determinan el funcionamiento

to de un semáforo, a saber: la duración del ciclo, los intervalos y el desfase.

semáforo, permanencia en rojo del. En un semáforo accionado por el tránsito, cuando todas las fases de un anillo permanecen en el intervalo rojo después de haberse terminado el intervalo verde y el de transición correspondientes.

semáforo, plan de programas de. Conjunto de programas para un semáforo o grupo de semáforos y reglas para utilizarlos.

semáforo, programa de un. Especificación de los períodos de un semáforo, es decir, las duraciones del ciclo, intervalos y desfase, su secuencia, las indicaciones que da y cualquier otro parámetro que exija su funcionamiento.

semáforo, prórroga unitaria de. En los semáforos accionados por el tránsito, el lapso que se prolonga de un intervalo verde por cada accionamiento vehicular.

semáforo, punto de cesión de. En un semáforo accionado por el tránsito, el momento en que una fase debe terminar, para responder a su coordinación con otros semáforos, si existe demanda para la fase siguiente.

semáforo, razón de verde en un. Cociente que resulta de dividir la duración de un intervalo verde (para un movimiento o movimientos) entre la duración del ciclo correspondiente.

semáforo, reducción de intervalo de. En un semáforo accionado por el tránsito, mecanismo que reduce el intervalo máximo requerido entre accionamientos vehiculares para que éstos puedan prorrogar la duración de una indicación verde.

semáforo, retorno en un. En un semáforo accionado por el tránsito, retorno obligatorio a una fase aunque no haya habido accionamientos que la soliciten.

semáforo, secuencia de intervalos de. Orden en que se activan los intervalos del ciclo de un semáforo.

semáforo, soporte de. Estructura que se usa para sujetar un semáforo.

semáforo, terminación por verde máximo de. Terminación de la indicación verde de un semáforo accionado por el tránsito por haberse alcanzado el verde máximo.

semáforo, unidad óptica de. Conjunto de lente, reflector, foco y otros componentes que se usan para emitir una indicación de semáforo.

semáforo, verde máximo de. En un semáforo accionado por el tránsito, la máxima duración que se permite a un intervalo verde cuando se ha recibido un accionamiento solicitando la fase siguiente.

semáforo, visera de (CR, M). Pieza opaca que se coloca encima de un lente de semáforo para que la luz solar no decolore su indicación.

semáforos coordinados, sistema alternativo de. Sistema en el que semáforos o grupos de semáforos dan indicaciones opuestas, alternativamente, a lo largo de una vía.

semáforos coordinados, sistema progresivo de. Sistema de semáforos en que las fases se coordinan de acuerdo con el movimiento de vehículos a lo largo de una vía, para facilitar su circulación continua.

semáforos coordinados, sistema simultáneo de. Semáforos de un sistema que dan siempre las mismas indicaciones al mismo tiempo.

semáforos para eventos especiales, plan de. Plan de períodos de semáforos que se tiene preparado para usarse solamente cuando tiene lugar un acontecimiento especial, como plan reversible o plan retorno.

semáforos sensibles al tránsito, sistema de. Sistema de semáforos en el que un regulador maestro selecciona o calcula dinámicamente programas de indicaciones, basándose en información sobre la demanda de tránsito captada por un sistema de detección.

semáforos, coordinación de. Establecimiento de relaciones entre los tiempos individuales de ciertos semáforos para que formen parte de un sistema de regulación destinado a facilitar la circulación del tránsito por una vía o sistema vial.

semáforos, programa de optimización de. Programa que calcula los períodos (ciclos, intervalos, desfases) de un sistema de semáforos coordinados que optimizan cierto indicador de efectividad.

semáforos, programación por hora del día de. Plan para un sistema de semáforos en que se seleccionan distintos programas de acuerdo con la hora del día.

semáforos, progresión a través de. Movimiento de un grupo de vehículos a través de varias intersecciones semaforizadas sin detenerse.

semáforos, sistema de control centralizado de. Sitio donde se concentran el tratamiento de la información recibida, la determinación de las acciones a tomar y la emisión de mandatos para ejecutar esas acciones.

semáforos, sistema de control descentralizado de. Donde las funciones del sistema centralizado se realizan en varios lugares.

semáforos, velocidad de progresión a través de. En un sistema de semáforos coordinados a lo largo de una vía, la velocidad que se toma para establecer una banda de paso en la que un grupo de vehículos pueda avanzar sin detenerse.

sendero. Demarcación empleada para indicar la trayectoria que deben seguir los peatones al atravesar una calzada de tránsito. Estas marcas serán de color blanco. En calles con bajo volumen de peatones, y sin protección para el cruce de éstos, consistirán en dos líneas continuas paralelas transversales a la vía de circulación del tránsito, con un ancho de 30 cm como mínimo y color blanco, trazadas a una separación que se determinará, generalmente, por el ancho de las aceras entre las que se encuentren situadas.

sensibilidad. Facultad de experimentar impresiones físicas.

sentido de la circulación. Cualquiera de las dos orientaciones que puede seguir el desplazamiento de vehículos a lo largo de una vía.

sentido, cambio de. Inversión del sentido (no de la dirección) de la marcha de un vehículo mediante una maniobra de media vuelta.

señal de “Ceda el paso”. Esta señal se empleará para notificar al conductor la prelación de la vía en la cual se va a incorporar. Deberá colocarse en todo lugar en donde se requiera disminuir la velocidad o detener el vehículo, para ceder el paso a los que circulan por la vía prioritaria e ingresar a ésta sólo cuando pueda hacerlo en condiciones que eviten por completo la posibilidad de accidente.

Se usará principalmente cuando se acceda a vías con prelación de paso a través de carriles de aceleración,

en glorietas y donde el estudio de ingeniería de tránsito así lo indique.

señal de limitación de velocidad. Esta señal se empleará para notificar la velocidad máxima a la que se puede circular (velocidad de operación), expresada en múltiplos de 10 y en kilómetros por hora (km/h). La limitación de velocidad debe aparecer razonable y no innecesariamente restrictiva, pues los límites excesivos perjudican la credibilidad de la señalización, la capacidad de la carretera, o provocan accidentes por alcance o formación de colas. Su utilización deberá estar soportada en un estudio de velocidad de operación.

señal de “Pare”. Esta señal se empleará para notificar al conductor que debe detener completamente el vehículo y sólo reanudar la marcha cuando pueda hacerlo en condiciones que eviten totalmente la posibilidad de accidente, en especial en los siguientes casos: en la intersección con una vía de mayor jerarquía; en el cruce a nivel de una calle o carretera con un ferrocarril; en la intersección de una calle con una carretera; en la intersección de dos vías, en la cual la prelación de paso no está definida; en los retenes de tránsito, policía, aduana, etc.; en las estaciones de peaje y de pesaje, y en cualquier tipo de intersección donde la combinación de altas velocidades, distancia de visibilidad, restringida, registro de accidentes, hace necesario detener el vehículo completamente para evitar accidentes.

señal de reglamentación. Tiene por objeto indicar a los usuarios de la vía las limitaciones, prohibiciones o restricciones sobre su uso. Estas señales se identifican con el código SR.

Su violación acarrea las sanciones previstas en el Código Nacional de Tránsito Terrestre.

señal de tránsito. Es función de los dispositivos para la regulación del tránsito indicar a los usuarios las precauciones que deben tener en cuenta, las limitaciones que gobiernan el tramo de circulación y las informaciones estrictamente necesarias, dadas las condiciones específicas de la vía. La velocidad en las vías modernas, al mismo tiempo que el continuo crecimiento del volumen de vehículos que circulan por ellas, son factores que sumados al acelerado cambio en la forma de vida crean situaciones conflictivas en determinados tramos de las vías, en las cuales es preciso prevenir, reglamentar e informar a los usuarios, por intermedio de las señales de

tránsito, sobre la manera correcta de circular con el fin de aumentar la eficiencia, la seguridad y la comodidad de las vías, así como proporcionar una circulación más ágil. Éstas deben ser de fácil interpretación, suministrando a los conductores y peatones los mensajes claves, sin ambigüedades.

señal elevada. Algunos mensajes informativos pueden darse a través de señales elevadas, las cuales corresponden a estructuras de gran tamaño, visibles a distancias lejanas, y las cuales son aplicables en vías principales, autopistas o vías expresas donde los vehículos circulan a velocidades relativamente altas.

señal informativa. Las señales informativas o de información tienen por objeto guiar al usuario de la vía suministrándole la información necesaria sobre identificación de localidades, destinos, direcciones, sitios de interés turístico, geográficos, intersecciones, cruces, distancias por recorrer, prestación de servicios, etc. Estas señales se identifican con el código SI.

señal preventiva. Llamadas también de prevención, tienen por objeto advertir al usuario de la vía de la existencia de una condición peligrosa y la naturaleza de ésta. Se identifican con el código SP.

señalización horizontal. Aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordillos o sardineles y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos.

señalización vertical. Las señales verticales son placas fijadas en postes o estructuras instaladas sobre la vía o adyacentes a ella, que mediante símbolos o leyendas determinadas cumplen la función de prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza, reglamentar las prohibiciones o restricciones respecto del uso de las vías, así como brindar la información necesaria para guiar a los usuarios de las mismas.

separación. Distancia entre el extremo trasero de un vehículo y el delantero del siguiente.

separación lateral. Espacio libre que queda entre vehículos que circulan por carriles adyacentes.

separador central. Franja de anchura variable que divide o separa longitudinalmente dos calzadas. El separador central normalmente se aprovecha para la instalación de elementos complementarios de la infraestructura vial y urbana, tales como alumbrado público, señalización vial, semáforos, árboles y zonas verdes, entre otros.

servicio. Es la operación frecuente y rutinaria de un grupo de autobuses que satisfacen los deseos de viaje de un grupo de personas en particular.

servicio alimentador (transporte colectivo). Servicio de transporte local para llevar pasajeros a un paradero de buses, estación de ferrocarril urbano (metro) o terminal de pasajeros y recogerlos de los mismos.

servicio de-puerta-a-puerta. Servicio que recoge pasajeros en la puerta de su origen y los lleva a la puerta de destino. Este servicio tal vez requiera asistencia al pasajero entre el vehículo y la puerta.

servicio local. Tipo de transporte colectivo con estaciones o paradas a cortas distancias entre sí, cuyos vehículos van a bajas velocidades y sirven principalmente viajes cortos o porciones cortas de viajes largos. Además de servir viajes de ámbito local (dentro de cada área), alimentan a los servicios troncales.

servicio origen-a-destino. Servicio en el cual el vehículo de pasajeros no hace paradas por el camino para recoger pasajeros adicionales.

servicio pico (cumbre). Servicio durante períodos de máximo uso (tiempo pico), empleando por lo general el número mayor de unidades de tránsito (vehículos o trenes) en operación al mismo tiempo.

servicio, frecuencia de. Número de unidades de tránsito (vehículos o trenes) en una ruta específica o línea, que marchan en la misma dirección, que pasan un punto indicado dentro de un intervalo específico de tiempo, usualmente una hora.

servicios troncales. Subconjunto de los servicios de buses. Circulan por los ejes principales (de mayor demanda de transporte público) de la ciudad. Permiten realizar viajes entre diferentes áreas y, en general, son viajes de mayor longitud que los que se realizan en servicios locales y de alimentación. En estos servicios se utilizan buses con altas capacidades de pasajeros, mayor que 60 pasajeros /bus.

simulación. Proceso o técnica en que un fenómeno legítimo, así como el movimiento de vehículos o personas, se representan matemáticamente para el estudio de propósitos de planeamiento.

simulación de tránsito. Representación del tránsito por un modelo simbólico que, mediante un programa de computador, reproduce consecutivamente los sucesos que suelen tener lugar en el tránsito vehicular.

sincronía. Regulación y coordinación del flujo vial en intersecciones semaforizadas.

sistema automático de localización de vehículos. Sistema que registra, a intervalos, la ubicación de vehículos que llevan equipo electrónico especial que manda una señal a una instalación de control central. Los AVL son utilizados para detectar una irregularidad en el servicio y son frecuentemente combinados con un sistema despachador asistido por computador.

sistema automático de monitoreo de vehículos. Sistema en el cual el equipo electrónico de un automóvil manda señales a una instalación de control central, ubicando el vehículo y proveyendo información adicional de sus operaciones o de su condición mecánica.

sistema automatizado de carreteras. Sistema diseñado para controlar automáticamente a vehículos convencionales modificados, por medio de señales eléctricas externas emitidas por fuentes tales como circuitos aéreos o circuitos enclavados en la carretera.

sistema avanzado de transporte público. Sistema de técnicas avanzadas de navegación, información y comunicaciones, con objeto de mejorar los sistemas de tránsito público.

sistema balanceado de transporte. Sistema en el cual las subestructuras y servicios de diferentes modalidades de transporte son tratados como partes de un sistema sencillo (único) y cada modalidad está planeada en una manera en que ésta utiliza más efectivamente sus elementos especiales, en combinación con otros elementos, para proveer de movilidad a otras personas en la forma más efectiva.

sistema de modelado para el transporte urbano (modelo de cuatro etapas, proceso de planeación de cuatro etapas). Sistema de mo-

delos usados en la planeación del transporte, haciendo propuestas para el modelado de demanda de viajes urbanos. Consta de cuatro etapas principales: generación de viajes, distribución de viajes, determinación del porcentaje modal de pasajeros y asignaciones de viajes. El sistema de modelado del transporte urbano predice el número de viajes por clase, hora del día, zona de origen y destino, modalidad y rutas.

sistema de transporte. Sistema que provee lo necesario para la movilización de personas, bienes o ambos. 2. Sistema coordinado, compuesto por una o varias modalidades que sirven un propósito común, como la movilización de personas, bienes o ambos.

sistema de transporte accesible. Sistema que puede transportar a cualquier persona, incluyendo a aquellos que están incapacitados físicamente, y en el cual los vehículos y paradas o estaciones están diseñados para dar servicio a los usuarios que estén en sillas de ruedas.

sistema de transporte de propiedad pública. Sistema de transporte propiedad de un municipio, condado, autoridad regional, estado u otra agencia gubernamental, incluyendo un sistema operado o administrado por una compañía privada contratada por la agencia de gobierno propietaria.

sistema de transporte de reacción por demanda. Sistema caracterizado por la elaboración de rutas y programación flexible de vehículos relativamente pequeños para proveer transporte de puerta a puerta, de acera a acera o de punto a punto, de acuerdo con la demanda del usuario. Se opera en el sistema de calles y carreteras (como taxis) o, en teoría, en una red de guías.

sistema de transporte urbano. Sistema de elementos de transporte (tanto privados y públicos) que provee lo necesario para la movilización de personas y bienes en un área urbana. Los componentes incluyen sistemas de transporte, servicios de transporte alterno y sistemas de carreteras o caminos, incluyendo vehículos particulares y peatones.

sistema de vía rápida de acceso controlado, con preferencia a autobuses. El medio por el cual a los autobuses se les da acceso preferencial para entrar a una vía rápida, restringiendo la entrada a

otros vehículos, a través del uso de rampas de acceso controladas.

sistema de vigilancia automatizada (tránsito). Sistema mediante el cual es posible vigilar la circulación del tránsito, bien por observación televisada o por detección electrónica.

sistema operacional. En el desarrollo de sistemas, un sistema que ya está disponible.

sistema preferencial para autobuses. Sistema de controles de tráfico en el cual a los autobuses se les da tratamiento especial, por encima del tráfico vehicular general (así como carriles de prioridad a autobuses o prioridad en señales de tráfico).

sistema transportador de peatones. Sistema de aceras de correa sinfín u otros dispositivos diseñados para facilitar la movilización de pasajeros.

sistemas de transporte inteligentes. Abarcan un amplio rango de tecnologías, a veces inalámbricas, comunicaciones con cableado en red, telecomunicaciones, control y tecnologías electrónicas. Cuando se integran a los sistemas de infraestructura de transporte, y en los propios vehículos, estas tecnologías ayudan a monitorear, rastrear y administrar los flujos de tráfico, reducir la congestión, suministrar rutas alternativas para los viajeros, aumentar la productividad y salvar vidas, tiempo y dinero.

sobrecupo. Aumento del valor de la oferta sobre la capacidad establecida para una zona amarilla.

subsistema de actividades. Incluye la zonificación o patrón de actividades sociales o económicas clasificadas por usos del suelo y áreas de actividad de la ciudad, los cuales definen la generación y atracción de viajes, tanto en transporte público como en particular.

subsistema de transporte. Infraestructura, equipo, personal y procedimientos requeridos para proveer y mantener el servicio de transporte público.

subtramo vial. Unidad en que se divide un tramo-calzada para fines del inventario de la señalización vial. Un subtramo vial no incluye intersecciones, ya que éstas se consideran otra unidad independiente en el inventario de la señalización vial.

T

tabla de viajes. Tabla en que se presenta el número de viajes entre zonas, clasificados por modalidad, propósito, duración, tipo de vehículo u otra categoría.

tamaño de la muestra. Número total de elementos que se van a incluir en una muestra, de acuerdo con los resultados del análisis estadístico.

tarifa (transporte). Precio fijado o autorizado por la autoridad competente que pagan los usuarios a los operadores por la prestación del servicio de transporte.

tarifa de adulto. Tarifa máxima básica pagada por una persona para un viaje, excluyendo transbordos y cargos por zona.

tarifa diferencial. Método para poner precios de viaje, con tarifas variables de acuerdo con la hora del día, dirección, distancia u otras características del viaje, o circunstancias pertinentes. 2. Cargo adicional por un viaje, basado en la hora del día, dirección, distancia u otras características especiales del viaje.

tarifa exacta. Póliza de operaciones de transporte que evita el dar cambio a los pasajeros. Por tanto, el pasajero debe tener el cambio correcto para el pasaje o, de otra manera, debe pagar extra.

tarifa fija. Método para poner precios de viaje, que utiliza una tarifa sencilla para todo el servicio, independientemente de la distancia del viaje, hora del día, zona de viaje u otras características.

tarifa promedio. Promedio aritmético de todas las tarifas pagadas por todos los pasajeros que reditúan ganancias, incluyendo a aquellos que recibieran tarifas especiales o reducidas. Normalmente (la tarifa promedio) es equivalente a la división total de las ganancias de tarifa, entre el total de viajes de origen-destino, aunque en algunos casos esté basada en viajes no vinculados.

tarifa reducida. Tarifa especial para niños, estudiantes, ancianos u otros, que sea más baja que la tarifa regular.

tarifa regulada. Tarifa que es proporcional, ya sea a la distancia viajada o al tiempo durante el cual un pasajero puede viajar usando un servicio.

tarifa regular. Precio (sin descuentos) cobrado a un adulto por el servicio local o, en sistemas de tarifa por zona, una tarifa por zona, sin descuentos, que significa lo que le cuesta a un adulto, pagando un pasaje sencillo en efectivo, efectuar un viaje en una zona.

tarificación (transporte). Cobro de una tasa a los usuarios de una vía en función de su grado de congestión, principalmente como medio de disuasión de su uso.

tarificación de las congestiones. Manera de aliviar las congestiones de tránsito recurriendo a mecanismos basados en el mercado, como el cobro de una suma por uso de las carreteras en las horas de más tránsito.

tasa de compensación de tarifa. Proporción entre las ganancias provenientes de tarifas y los gastos de operación.

tasa de flujo. Número total de vehículos o peatones que pasan durante un período inferior a una hora, expresado en vehículos por hora.

taxi. Automóvil destinado al servicio público individual de pasajeros

terminal (transporte). Lugar acondicionado para acoger vehículos cuando éstos terminan un viaje o parte de él.

terminal de carga, terminal de camiones. Sitio acondicionado para las paradas y estacionamiento de camiones.

terminal de empresa. Infraestructura de apoyo para el transporte público con oficinas y áreas para estacionamiento, mantenimiento y maniobras de unidades (corresponde también a los garajes y talleres de la empresa).

terminal de pasajeros. Sitio para que paren y estacionen los vehículos de transporte colectivo interurbano y esperen los pasajeros.

terminal de ruta. Instalaciones que funcionan como una unidad de servicios permanentes, con los equipos y órganos de administración adecuados, donde se concentran las empresas de transporte que cubren una zona o área de operación, para que los usuarios puedan ascender o descender de los vehículos de servicio público, en condiciones de seguridad y comodidad (por ejemplo, en éstas se dan las

integraciones tarifarias entre sistemas alimentadores y desde allí se ajustan las programaciones del servicio).

terminal fuera de la calle. Terminal de tránsito o punto de dar vuelta para vehículos de tránsito que está localizado lejos de otro tráfico vehicular.

terminales de paso. Lugares que permiten la llegada de vehículos para recoger o dejar pasajeros.

terminales origen-destino. Sitios que permiten la llegada de vehículos, y también el despacho de éstos.

terreno montañoso. Cualquier combinación de pendiente horizontal y vertical que causa en los vehículos pesados una operación a velocidad crítica de pendiente, para distancias significativas o a intervalos frecuentes.

terreno ondulado. Es cualquier combinación de pendientes horizontal y verticales que ocasiona en los vehículos pesados una reducción sustancial de la velocidad, por debajo de los automóviles de pasajeros, pero esto no causa que los vehículos pesados deban operar a velocidades de arrastramiento para alguna longitud significativa de tiempo o a intervalos frecuentes.

terreno plano o a nivel. Es cualquier combinación de pendientes horizontal y vertical en la que los vehículos pesados pueden mantener la misma velocidad de los vehículos de pasajeros, incluye pendientes cortas y no mayores al 2%.

tiempo de ascenso o descenso (autobús). Tiempo necesario para que un pasajero ascienda o descienda de un vehículo de transporte colectivo.

tiempo de ciclo. Tiempo total gastado entre el paso sucesivo de un mismo vehículo por un punto de referencia de la ruta, en el mismo sentido. Corresponde a la suma de los tiempos de ida y vuelta más los tiempos en terminales de un viaje completo.

tiempo de despeje (autobús). Intervalo de tiempo mínimo posible entre un autobús que sale de una parada y otro que llega.

tiempo de detención. Tiempo en que los vehículos están detenidos por la indicación de parar del semáforo o esperando una brecha aceptable en la corriente vehicular transversal antes de que puedan proseguir su marcha.

tiempo de entrada al conflicto (semáforo).

En los semáforos accionados por el tránsito, es el tiempo que se supone tarde un vehículo en ir del detector al punto de conflicto más cercano.

tiempo de espera. Tiempo en el cual un vehículo de transporte se detiene en los terminales, para descanso de la tripulación o para compensar el desfase, si existe, en la programación de la operación y ajustar la hora de salida para el próximo recorrido.

tiempo de maniobra. Es el necesario para hacer los cambios en la trayectoria y marcha de un vehículo, con el fin de responder a la indicación de un dispositivo de regulación del tránsito.

tiempo de marcha. Período durante el cual el vehículo está en movimiento. Se obtiene restando del tiempo de recorrido, el tiempo cuando el vehículo está detenido (demora por tiempo de parada).

tiempo de parada. Tiempo en un viaje que se mantiene parado porque el tráfico está detenido.

tiempo de permanencia (transporte colectivo). Tiempo durante el cual un vehículo de transporte colectivo está detenido en una parada.

tiempo de reacción. El que transcurre desde que un individuo recibe un estímulo hasta que comienza a actuar para responder a él.

tiempo de recorrido. Tiempo que transcurre mientras un vehículo recorre cierta distancia, incluyendo el invertido en paradas imputables a la vía, al tránsito o a su regulación.

tiempo de regreso. Tiempo al final del recorrido que permite que los operadores cumplan con sus responsabilidades (por ejemplo, leer la caja de tarifas, entregar los boletos) y preparen sus vehículos para guardarlos o almacenarlos. El tiempo puede ser con pago o sin él, y puede ser incluido o no como tiempo de plataforma.

tiempo de respuesta. En operaciones de demanda y respuesta, el tiempo que transcurre mientras se da respuesta a la solicitud de un pasajero que pide que lo recojan.

tiempo de salida. Tiempo transcurrido en un viaje desde el momento de descender del vehículo al momento de arribo al destino.

tiempo de seguimiento. Tiempo transcurrido entre la entrada de un vehículo a la intersección

desde la vía secundaria y la entrada del siguiente vehículo, en condiciones de cola continua.

tiempo de servicio (transporte colectivo). Tiempo en que un vehículo de transporte colectivo está detenido para recoger y dejar pasajeros.

tiempo de verde. Tiempo dentro de una fase dada durante el cual el verde aparece establecido en segundos.

tiempo de verde efectivo. El tiempo durante una fase dada, disponible en forma efectiva para los movimientos permitidos; generalmente se toma como el tiempo de verde más el cambio de intervalo menos el tiempo perdido para la fase asignada, establecido en segundos, dado por el símbolo g_i (para la fase i).

tiempo de viaje. Tiempo que tarda una persona o vehículo en realizar un viaje, es decir, en ir del origen al destino del mismo, incluyendo todas las demoras ocasionadas.

tiempo de viaje interzonal. Tiempo de viaje entre dos zonas cualesquiera, incluyendo el tiempo terminal en cada punto del viaje.

tiempo de viaje intrazonal. Tiempo de viaje para viajes cortos que comienzan y terminan en la misma zona, incluyendo el tiempo terminal al fin del viaje.

tiempo del ciclo. Es el tiempo total transcurrido entre las pasadas sucesivas del mismo vehículo, en un mismo sentido, por un punto de referencia o de control. Incluye el tiempo de ida y vuelta más el tiempo en terminales en los extremos de la línea o ruta.

tiempo demorado. Tiempo en que un vehículo está demorado por otro que va delante de él a una velocidad menor de la que quiere ir el conductor (o pasajeros) del vehículo de atrás. También se llama tiempo de seguimiento.

tiempo en terminal. Tiempo de permanencia en la terminal de un vehículo de transporte público, contado desde la hora de llegada hasta la hora de salida a prestar servicio.

tiempo final. Para pasajeros, el tiempo que se requiere al final de viajes para recoger su vehículo del lote de estacionamiento y estacionarse de nuevo en su destino, incluyendo el tiempo para andar. 2. Para vehículos de tren el tiempo permitido en una termi-

nal entre llegada y partida para dar vuelta a vehículos, recuperar demoras y preparar para el viaje de regreso. 3. Tiempo requerido para que un pasajero pase por una terminal cuando hay un cambio de modo de transporte.

tiempo medio de marcha. Media aritmética de los tiempos en que están en movimiento los vehículos que recorren un tramo de vía, mientras lo recorren.

tiempo medio de parada. Tiempo medio en que un vehículo está detenido en el acceso a una intersección.

tiempo medio de recorrido. Media aritmética de los tiempos individuales de recorrido de vehículos que recorren una distancia dada.

tiempo perdido (semáforo). Tiempo en que una intersección semaforizada no es usada efectivamente por ningún movimiento vehicular. Es igual a los tiempos perdidos por despeje y por arranque de cola.

tiempo perdido por arranque de cola (semáforo). Es el que se pierde cuando una cola de vehículos detenidos en un acceso a una intersección semaforizada se pone en movimiento. Se calcula como la suma de las diferencias entre cada intervalo de entrada de los vehículos de la cola y el intervalo de saturación (véanse intervalo de entrada e intervalo de saturación).

tiempo perdido por despeje. Tiempo en que ningún vehículo usa una intersección al cambiar de fase el semáforo. Es el que media desde la salida del último vehículo de una fase hasta la entrada del primer vehículo que avanza en la fase siguiente.

tipo de servicio. Forma operacional como se atienden las necesidades de desplazamiento de la población, como por ejemplo el transporte corriente, especial, turístico, etc.

tráfico actuado. Semáforo para el paso peatonal accionado por los usuarios. Puede estar justificado económicamente en lugares donde la experiencia de accidentes sea menor que la que justifican los semáforos presincronizados, pero debe hacerse un análisis cuidadoso para asegurar resultados efectivos.

tráfico molesto. Tráfico que circula por el anillo de una glorieta, el cual abandona la calzada circular en una salida anterior y cuya decisión de salirse y

no pasar por el ramal de acceso no es percibida por el conductor entrante con el tiempo suficiente para decidirse a ingresar a la intersección.

tráfico, aparato de control de. Anuncio, señal, marca, u otro aparato instalado en la calle o junto a la calle, por autoridad de un oficial o cuerpo de gobierno con esa jurisdicción para regular, prevenir o guiar el tráfico.

tramo corto de cuatro carriles. Ampliación de una carretera de dos carriles a cuatro carriles en un tramo menor de cinco kilómetros.

tramo de volumen máximo de pasajeros. La sección de una línea o ruta de transporte, que lleva el más alto número total de pasajeros para tal línea o ruta y dirección.

tramo o sector uniforme. Aquel cuyas características, que inciden en la circulación del tránsito, no varían apreciablemente en todo su largo.

tramo-calzada. Unidad más pequeña desde el punto de vista de recolección de datos y análisis en el *Manual*. El tramo-calzada se obtiene básicamente al dividir, en dos o más calzadas, los tramos viales en que existan barreras o separaciones entre los sentidos de circulación o entre los flujos vehiculares (por ejemplo, la avenida 22 entre calles 45 y 39). En todos los casos, el tramo-calzada debe tener características geométricas aproximadamente uniformes.

transbordo. Traslado de personas de un vehículo a otro.

transferencia de volumen de pasajeros. Reducción de la cantidad de servicio convencional de transporte en horas pico, fomentando el uso de los servicios de transporte alterno para llevar algunos de los pasajeros durante el período de horas pico.

tránsito. Acción de pasar por vías y parajes públicos. Es un término más general que circulación.

tránsito anual (TA). Número total de vehículos que pasan durante un año por una sección transversal de una vía.

tránsito asimétrico. Tránsito cuyo volumen en un sentido es mucho mayor que el que va en el otro sentido.

tránsito atraído. El que usa una vía nueva o mejorada, abandonando las vías que solía usar.

tránsito calmado. Consiste en reducir el volumen y velocidad del tráfico hasta hacerlo más civilizado y compatible con el resto de funciones y actividades sociales que se desarrollan en los espacios públicos de las calles dedicados a la convivencia.

tránsito cautivo. Una persona que no tiene un automóvil privado o no puede manejar (por cualquier motivo), y quien debe usar tránsito para hacer el viaje deseado.

tránsito convergente. El que ingresa en una calzada y se inserta en la corriente vehicular que va por ésta mediante una maniobra de confluencia.

tránsito convertido. El originado por el abandono del uso de otros modos de transporte.

tránsito de corta distancia. Tránsito a velocidad lenta para circulación dentro de áreas pequeñas que usualmente tienen tránsito intenso, como centros comerciales, de mayor actividad.

tránsito de entrada. El que entra en una zona determinada por uno o más puntos.

tránsito de la ciudad. Servicio de tránsito que sirve a un área urbana, que se distingue de viajes de corta distancia y servicio de tránsito regional.

tránsito de paso. Tránsito que circula por cierta zona pero cuyo origen y destino se encuentran fuera de la misma.

tránsito de salida. El que sale de una zona determinada por uno o varios puntos.

tránsito desviado. Vehículos que cambian su ruta para evitar demoras. 2. Los que son obligados a cambiar su ruta. 3. Automovilistas que pasan a ser usuarios del transporte colectivo por conveniencia personal.

tránsito diario (TD). Número total de vehículos que pasan durante un día por una sección transversal de una vía.

tránsito directo. Tránsito que entra en cierta zona y sale de ella por una misma vía.

tránsito divergente. El que sale de una calzada separándose de una corriente vehicular mediante la maniobra de divergencia.

tránsito exclusivo. Derecho de paso que es completamente separado por niveles o cuyo acceso es

controlado, y se usa exclusivamente por tránsito categoría A.

tránsito expreso. El que recorre largas distancias, prácticamente sin detenerse y a velocidades relativamente altas.

tránsito generado. El tránsito que origina indirectamente una mejora en el sistema vial que aumenta a su vez la intensidad de la explotación o uso del terreno.

tránsito horario (TH). Número total de vehículos que pasan durante una hora por una sección transversal de una vía.

tránsito inducido. El que no existía antes y se origina por la construcción o mejora de una vía.

tránsito local. El que tiene su origen y destino dentro del área que se considera.

tránsito masivo. Servicio de transportación para pasajeros, usualmente local, que está disponible para cualquier persona que pague la tarifa indicada. Opera por horario establecido y rutas o líneas diseñadas con paradas específicas, con la capacidad de mover grupos relativamente grandes de personas a un tiempo. Como ejemplo se incluyen autobuses, tren ligero y tránsito rápido.

tránsito pendular. El que está constituido principalmente por vehículos que llevan (como conductores o pasajeros) viajeros cotidianos, es decir, personas que realizan el mismo viaje, ida y vuelta, todos los días

tránsito prohibido a automóviles. Área en la cual el tráfico normal de automóviles está prohibido. El tráfico motorizado está restringido al transporte público, vehículos de emergencia, taxis y envío de bienes (este último normalmente limitado a ciertos períodos de tiempo) o alguna combinación de éstos.

tránsito promedio diario. Promedio de los volúmenes de tránsito que circulan en 24 horas durante cierto período de tiempo.

tránsito promedio diario anual (TPDA). Promedio de los volúmenes de tránsito que circulan en 24 horas durante un año.

tránsito promedio diario semanal (TPDS). Representa el valor promedio del tránsito diario, obtenido con base en el tránsito semanal.

tránsito regional. Líneas largas de tránsito por autobús o tren con pocas estaciones y operaciones a velocidades altas. Éstas sirven principalmente en viajes largos dentro de regiones metropolitanas que se distinguen del servicio de tránsito en la ciudad, y servicio de tránsito de cortas distancias.

tránsito semanal (TS). Número total de vehículos que pasan durante una semana por una sección transversal de una vía.

tránsito servido. El tránsito total que circula en un tramo de calzada durante cierto período de tiempo. Se ha expresado en vehículos-millas o vehículos-kilómetros en un tiempo dado.

tránsito total. Recorrido total en vehículos-kilómetros o vehículos-millas, en una vía o sistema de vías durante cierto período de tiempo.

tránsito, asignación de. Procedimiento para estimar cómo se repartiría el tránsito entre distintas rutas que tienen las mismas zonas de origen y destino.

tránsito, censo de. Estudio del tránsito en gran escala que comprende varios estudios individuales.

tránsito, composición del. Tipos de vehículos de que consta el tránsito y sus respectivos porcentajes.

tránsito, estudio de. Investigación de las características del tránsito, tales como volumen, velocidad, demoras, accidentes, etc.

tránsito, movimiento de. Corriente vehicular que gira a la izquierda, a la derecha, o sigue de frente en una intersección.

transportador de personas. Conjunto organizado de operaciones tendientes a ejecutar el traslado de personas o cosas, separada o conjuntamente, de un lugar a otro, utilizando uno o varios modos.

transporte. Traslado de personas, animales o cosas de un punto a otro a través de un medio físico.

transporte colectivo automático. Aquel en que los vehículos transitan automáticamente, es decir, sin una persona en ellos que los gobierne.

transporte colectivo interurbano. El que tiene lugar entre distintos centros urbanos separados por zonas rurales.

transporte colectivo por demanda. Tipo de transporte que funciona dentro de una zona determinada pero que no tiene rutas ni horarios fijos,

pues depende de las solicitudes de servicio que hacen los pasajeros.

transporte de mercancías. Generalmente es el transporte interurbano de mercancías.

transporte intermunicipal. Transportación entre ciudades. 2. Servicio de transporte proporcionado entre ciudades, por transportistas certificados, normalmente en una ruta fija con un horario fijo.

transporte masivo urbano. Transporte de gran cantidad de pasajeros, como la que sirve Transmilenio.

transporte no motorizado. Los desplazamientos en bicicleta y a pie como medio de viaje.

transporte privado. Es aquel que tiende a satisfacer necesidades de movilización de personas o cosas dentro del ámbito de las actividades exclusivas de las personas naturales o jurídicas.

transporte público. Industria encaminada a garantizar la movilización de personas o cosas, por medio de vehículos apropiados, en condiciones de libertad de acceso, calidad y seguridad de los usuarios y sujeto a una contraprestación económica.

transporte urbano. Transporte en zonas urbanas y suburbanas.

trazado. Trayectoria de una vía por el terreno.

trazado en planta. Características geométricas del eje de una vía proyectadas sobre un plano horizontal y referidas a puntos del terreno.

trébol parcial. Intercambiador con dos o tres orejas para girar a la izquierda, dos o tres enlaces exteriores para girar a la derecha y un paso a desnivel.

U

ubicación automática de vehículos. Mecanismo para determinar la ubicación de vehículos en el tránsito y comunicar la ubicación al control central.

unidad. Hace referencia a una persona, una familia, una vivienda, una manzana, un barrio, un establecimiento, una tarjeta o ficha académica y se denomina unidad elemental o elemento, cuando con ella se obtiene la información necesaria.

unidad de transporte. Uno o más vehículos de transporte, acoplados y funcionando conjuntamente. El término incluye vehículos sencillos (autobús, tren u otro tipo de guía) y trenes de vagones múltiples (tren u otro tipo de guía).

unidades de observación. Son aquellas que, en conjunto, conforman la población o universo, dada una característica común.

unidades de selección. Son los diferentes grupos o subgrupos que pueden formarse de la población total o universo. Deben distinguirse las unidades parciales y finales de selección, las unidades de observación y las unidades o elementos de análisis.

unidad final de selección. Tiene características definidas de permanencia y puede ser identificada con facilidad en el transcurrir del tiempo.

unidades parciales de selección. Son aquellas que se obtienen como consecuencia del proceso de selección de las unidades que conformarán la muestra, constituyéndose en subdivisiones de la población a través de la cual se llega a la unidad final de selección.

utilidad. Corresponde a la ganancia que el transportador recibe por las inversiones realizadas para prestar el servicio.

utilización de la capacidad razón v/c. Proporción de la capacidad de una vía o elemento de ella que se está utilizando, es decir, el volumen de tránsito que circula dividido entre la capacidad correspondiente.

V

valor sustituto. Valor diseñado que está basado en la experiencia o en conclusiones estudiadas y que es usado como un valor sustituido cuando no se dispone de un valor existente.

variable. Cantidad que puede tener diferentes valores. Medida de datos usada para análisis.

variable dependiente. Variable cuyo valor está determinado por el valor dado de otra variable.

variable independiente. Variable cuyo valor puede ser tomado a discreción para formar valor. A veces hay ciertas restricciones, pero su valor no es dependiente de otra variable.

varianza. Medida estadística de la variabilidad de un parámetro en una población dada. Desde el punto de vista matemático, se define como el valor esperado del cuadrado de la diferencia entre una observación de un parámetro y el valor medio del mismo parámetro correspondiente a toda la población. Es común que también se le defina como el cuadrado de la desviación estándar.

variante. Tramo de vía que se proyecta o construye uniéndolo en sus extremos a otra vía existente.

vehículo. Lo que sirve para transportar personas o cosas por una vía.

vehículo de alta ocupación (VAO). Cualquier vehículo de pasajeros que cumpla o exceda un cierto número mínimo de pasajeros, por ejemplo, más de dos o tres personas por automóvil. Los autobuses, automóviles compartidos y camionetas compartidas son vehículos de alto aprovechamiento.

vehículo de diseño (vehículo de proyecto). Vehículo imaginario con peso, dimensiones y características de operación, que representa a todos los de su clase.

vehículo de pasajeros. Vehículo para transportar pasajeros.

vehículo de servicio público. Vehículo usado para el transporte público de pasajeros.

vehículo flotante. Vehículo usado en los estudios de tiempos de recorrido y demora, que "flota" en la corriente vehicular o trata de sobrepasar un número de vehículos igual a los que lo sobrepasan.

vehículo liviano, vehículo ligero. Automóviles y otros vehículos que no tienen más de cuatro ruedas en contacto con la superficie de rodadura en uso normal.

vehículo pesado. Cualquier vehículo que tenga más de cuatro ruedas en contacto con la superficie de rodadura en uso normal.

vehículo piloto. El que se usa en estudios de ingeniería de tránsito para la medida de ciertas variables, observando características de su marcha.

vehículo prioritario de emergencia. El que tiene prioridad sobre los demás vehículos cuando está prestando un servicio urgente y puede estar exento de cumplir ciertas normas de circulación,

tales como la velocidad máxima. Entre ellos están los vehículos de servicio de policía y de extinción de incendios.

vehículo recreativo. Vehículo pesado para fines recreativos que suele ser manejado por un conductor no profesional.

vehículo típico o tipo. Vehículo (generalmente virtual) representativo de los vehículos de una clase o subclase determinada que circulan por la vía o sistema de vías considerado. Las clases representadas pueden ser, respectivamente, las de los vehículos pesados y ligeros. Las subclases pueden corresponder a distintos tipos de vehículos pesados y ligeros.

vehículo varado. El que se encuentra parado en la vía pública porque no puede moverse por sus propios medios.

vehículo, kilómetro de recorrido de un. El recorrido de un vehículo sobre una distancia de kilómetro.

vehículo, kilómetros recorridos por viaje de. En carreteras, una medida de los kilómetros totales recorridos por todos los vehículos en el área durante un período específico de tiempo. Se calcula multiplicando el número de vehículos por el número de los kilómetros recorridos en un área dada o en una carretera dada durante tal período de tiempo. 2. En lo concerniente al transporte, el número de kilómetros recorridos por los vehículos, operados en una ruta o línea o red dadas, durante un período específico de tiempo.

vehículo-kilómetro. Unidad que se usa, así como el vehículo-milla, para medir el tránsito total.

vehículos remanentes. Cantidad de vehículos que permanecen en la zona amarilla de un período de medición al siguiente.

velocidad. Relación entre la distancia recorrida por un móvil y el tiempo que ha tardado en recorrerla.

velocidad a capacidad. Velocidad a la que se alcanza la capacidad de una vía dada.

velocidad a flujo libre, velocidad libre. Velocidad teórica del tránsito cuando la densidad es cero. 2. Velocidad media de los vehículos cuya marcha no está impedida por la interacción vehicular ni por la regulación del tránsito.

velocidad comercial. Velocidad promedio de recorrido que emplean los vehículos de transporte público colectivo de pasajeros para realizar una vuelta completa de una ruta, en la cual se incluyen todas las demoras y el tiempo de espera en las terminales.

velocidad crítica de pendiente. Es la máxima velocidad sostenida que los camiones pueden mantener en una pendiente ascendente, extendida en un tanto por ciento dado. Si alguna pendiente es demasiado larga durante mucho tiempo, se obligará a los camiones a disminuir la velocidad a la velocidad crítica de pendiente que ellos pueden entonces mantener para las distancias extendidas.

velocidad de cruceo. Es la velocidad máxima con la cual pueden circular los autobuses. Depende de las características del autobús y de la infraestructura.

velocidad de diseño. La seleccionada para proyectar y relacionar entre sí las características físicas de una vía que influyen en la marcha de los vehículos.

velocidad de llegada (semáforo). Velocidad a la que llegan los vehículos a la línea de detención de una intersección semaforizada durante el intervalo verde. Existen varias maneras de calcularla.

velocidad de marcha. Relación entre la distancia recorrida por un peatón o vehículo y su tiempo de marcha (sin tener en cuenta el tiempo en el cual haya estado detenido) al recorrer esa distancia.

velocidad de operación. Máxima velocidad media de marcha que pueden mantener con seguridad los conductores en condiciones habituales, sin exceder la velocidad directriz o de diseño.

velocidad de recorrido. Cociente que resulta de dividir el espacio andado por un vehículo entre el tiempo de recorrido correspondiente a ese espacio, incluyendo demoras producidas por paradas. Es realmente la media espacial de las velocidades instantáneas del vehículo cuando recorre ese espacio.

velocidad efectiva (velocidad promedio). Velocidad promedio a la cual un vehículo viaja. Para vehículos de transporte, incluye intervalos de descanso en paradas o estaciones, aceleración y disminución de velocidad.

velocidad instantánea. Velocidad de un móvil en un instante determinado, es decir, durante un tiempo infinitamente pequeño.

velocidad máxima o mínima. Máxima o mínima velocidad a la que se puede transitar legalmente por una vía a ciertas horas del día o en todo momento.

velocidad media de marcha. Media de las velocidades de marcha de cierto número de vehículos que recorren una distancia dada. Generalmente se calcula como velocidad espacial, es decir, dividiendo la distancia recorrida entre el tiempo medio de marcha correspondiente.

velocidad media de recorrido. Media de las velocidades de recorrido de cierto número de vehículos que recorren una distancia dada. Generalmente se calcula como velocidad espacial, es decir, dividiendo la distancia recorrida entre el tiempo medio de recorrido correspondiente para varias velocidades.

velocidad media espacial. Es la velocidad media a lo largo de un tramo. Para un vehículo, es la relación entre la longitud del tramo y el tiempo de marcha o recorrido del vehículo. Para una corriente vehicular es la media de las velocidades instantáneas de los vehículos que se encuentran en un tramo en un momento dado. Se estima dividiendo la longitud del tramo entre el promedio de los tiempos de marcha o de recorrido del número de vehículos observados.

velocidad media temporal. Para un vehículo, es la media de sus velocidades ponderadas por la duración de esas velocidades en un período de tiempo dado. Para una corriente vehicular, es la media aritmética de las velocidades individuales de los vehículos en un punto de la vía durante un período de tiempo dado. Se puede calcular de medidas directas de velocidades puntuales, o estimarse a partir de medidas de tiempos de recorrido en un tramo de vía generalmente corto. Excepto en el caso improbable en que todos los vehículos vayan a la misma velocidad, la velocidad media temporal es algo mayor que el estimativo correspondiente de la velocidad espacial debido a las propiedades de las medias aritméticas y armónicas.

velocidad operacional. Representa un valor teórico de la velocidad con que un vehículo podría transitar a lo largo de su itinerario, en caso de no presentarse ninguna interferencia externa en su movimiento (semáforos, tránsito en general, etc.).

Su determinación se hace con base en las características mecánicas del vehículo (aceleración, desaceleración, tiempo requerido para ascenso y descenso de pasajeros, etc.).

velocidad peatonal. Velocidad a la que caminan los peatones.

velocidad programada o velocidad comercial. Es la proporción entre la distancia y el tiempo total del ciclo. El tiempo del ciclo incluye el tiempo de marcha, las demoras y tiempos de espera en terminales.

velocidad puntual. Velocidad instantánea de un vehículo cuando pasa por un punto dado de una vía.

velocidad restringida, zona de. Tramo de una vía en que se reduce la velocidad máxima establecida para todo un sector de la vía (suponiendo que el sector comprende varios tramos).

velocidad segura. La velocidad más alta, segura, con que se maneja un vehículo en ciertos caminos o vías bajo tráfico común y condiciones de medio ambiente en ciertas áreas, conocidas como *operating speed*.

velocidad teóricamente máxima. Velocidad más alta, en teoría, que un vehículo puede ser físicamente capaz de alcanzar.

velocidad, reglamentación de. Medidas que se toman para limitar la velocidad máxima o mínima en las vías por razones de seguridad.

vía con calzadas separadas. La que consta de calzadas separadas para cada sentido del tránsito.

vía de calzada única. La que consta de una calzada que se puede utilizar en uno o ambos sentidos.

vía de circunvalación. La que está destinada a conducir el tránsito por los alrededores de una ciudad o del centro de ella.

vía de rebase. Corta sección de carril exclusiva o preferencial que permite que vehículos específicos rebasen una cola de automóviles o una sección congestionada de tráfico. Una vía de rebase es frecuentemente utilizada en rampas de entrada a autopistas controladas en áreas urbanas congestionadas, para dar preferencia a vehículos de mayor capacidad. También se conoce como carril de rebase o cola de rebase.

vía deprimida. La que va por debajo del nivel del terreno, generalmente en una excavación abierta, para evitar cruces a nivel con otras vías.

vía elevada. La que va por encima del nivel del terreno, sobre viaductos o terraplenes, para evitar cruces a nivel con otras vías.

vía en obra. Tramo de una vía donde tienen lugar trabajos de construcción o conservación que afectan el tránsito que circula por ella.

vía exclusiva. Vía en la cual sólo se permite la circulación de buses, ya sea en forma permanente o durante un determinado período del día.

vía expresa. Vía con calzadas separadas, limitación parcial de acceso y generalmente con pasos a desnivel en las intersecciones. El término ha caído en desuso (véase vía multicarril).

vía férrea. Vía con rieles por los que ruedan vehículos.

vía lateral. Vía para tránsito local contigua a una vía rápida y generalmente paralela a ella.

vía marginal paisajística. Vía paralela a ríos como zonas de protección o localizada en áreas recreacionales y de proyección ecológica con velocidades e intensidades bajas.

vía multicarril. La que tiene por lo menos dos carriles para cada sentido de la circulación.

vía parque. Vía rápida destinada al tránsito de automóviles y situada en una faja de terreno sometida a tratamiento de parque.

vía peatonal. Vía para el movimiento de peatones, separada del tránsito vehicular por un bordillo o ubicada en una faja de terreno independiente.

vía preferente. Vía en la que el tránsito que circula por ella tiene prioridad de paso sobre el que va por otras vías que la intersecan.

vía provisional. Vía temporal que permite que el vehículo continúe operaciones al rebasar actividades de construcción.

vía pública. La que está abierta al público, a diferencia de la que se encuentra en una propiedad privada.

vía radial. La que se dirige hacia el centro de una ciudad o sale de éste.

vía segregada. Vía en la cual se otorga el uso exclusivo de algunas vías al transporte público con el fin de aislarlo de la congestión vehicular. La separación entre las vías destinadas al transporte público y las correspondientes al resto de los vehículos puede ser física, mediante demarcación o tachas en el pavimento.

vía solobús. Calle dedicada sólo para tráfico de autobuses.

vía subordinada. En una intersección, la que se interseca con una vía preferente y no tiene prioridad de paso.

vía troncal. Término general que denota carretera principal usada básicamente para tráfico de paso, normalmente en una ruta continua.

viaje. Se denomina también servicio o carrera; recorrido en vehículo de transporte público de tipo individual que se hace bajo un contrato de transporte establecido entre el pasajero y el conductor mediante la fijación de un destino por parte del pasajero; la tarifa inicial está determinada por las autoridades y la marcación adicional se relaciona directamente con la distancia de recorrido. No está sujeto a rutas u horarios.

viaje completo. En planeamiento de transportación, la duración de tiempo de un viaje completo, del punto de origen al destino final, incluyendo tiempo de espera y andar a puntos de cambio y fin de viaje.

viaje con base de residencia. Viaje que tiene, ya sea su origen o su destino, en el área de residencia del viajero.

viaje de bus. Movimiento unidireccional de un vehículo entre los puntos extremos de una ruta, durante la cual debe realizar paradas para atender la demanda.

viaje de inspección. En operaciones de tránsito, un viaje en el cual un observador verifica la destreza, las habilidades del conductor, y su cumplimiento con las reglas y con los procedimientos estándar de transporte.

viaje de pasajero. Pasajero que efectúa un viaje sencillo de origen a destino.

viaje dentro de una zona. Viaje que tiene su origen y su destino en la misma zona.

viaje entrante. Viaje hacia un área urbana central, hacia la zona comercial central, hacia un punto de transbordo sincronizado o hacia un centro principal de actividad.

viaje entre zonas. Recorrido que incluye el viaje entre dos zonas.

viaje externo-externo. Viaje que tiene tanto su origen y su destino fuera del área de estudio, pero que incluye el viaje a través del área de estudio.

viaje externo-interno. Viaje que tiene, ya sea su origen o su destino, dentro del área de estudio.

viaje muerto. Viaje sin una captación de pasajeros debido a retornos hasta el garaje.

viaje interno. El que tiene su origen y destino dentro del área que se estudia.

viaje invertido. Viaje corto-regular, en dirección opuesta al flujo principal de tráfico; por ejemplo, de la ciudad central a un suburbio, durante las horas pico de la mañana.

viaje no vinculado. Viaje efectuado en un sólo vehículo. 2. Abordaje de un vehículo de transporte en servicio remunerado, también conocido como viaje de pasajeros no vinculado. 3. Cualquier segmento de un viaje vinculado.

viaje parcial. Recorrido agregado al principio o al final de un recorrido regular.

viaje personal. Desplazamiento de una persona desde un origen hasta un destino, usando uno o varios modos de transporte para cumplir un propósito específico o realizar una actividad determinada. El número de viajes diarios que realiza una persona está en función del nivel de ingresos, motorización o tiempo libre.

viaje por persona. Recorrido efectuado por una persona, por cualquier modalidad o combinación de modalidades, para cualquier propósito.

viaje redondo. Movilización de una persona o de un vehículo desde un punto de origen hasta un destino y después de regreso al mismo punto de origen.

viaje saliente. Recorrido lejos del área urbana central, fuera de la zona comercial central o lejos del punto de transbordo sincronizado o de un centro principal de actividad.

viaje sin base de residencia. Recorrido que no tiene ni origen ni destino en un área de residencia (del viajero).

viaje sin eslabones. En planeamiento, el tiempo que dura un viaje sin eslabones, es decir, un viaje en un solo vehículo.

viaje vinculado (viaje de pasajeros vinculado). Recorrido desde el punto de origen hacia el destino final, independientemente del número de modalidades o vehículos utilizados.

viaje, recorrido. Movimiento de una unidad de tránsito (vehículo o tren) en una dirección desde el principio de una ruta hasta el fin, también conocido como un viaje. 2. Viajes que se asigna a un operador para un día de operaciones. También se conoce como un recorrido de trabajo.

viajero cotidiano. Aquel que realiza todos los días el mismo viaje, generalmente para ir al trabajo y regresar del mismo.

viajes, atracción de. Parte de la generación de viajes que tiene lugar en el destino de los mismos.

viajes, distribución de. Repartición de los viajes que se generan en un área dada entre distintos pares de zonas de origen y destino.

viajes, generación de. Estimación del número de viajes que se producen y son atraídos en cada zona en la que se ha dividido el área de estudio.

viajes, matriz de. Matriz que muestra los viajes que deben tener lugar entre las zonas de origen y destino en que se ha dividido el área de estudio.

viajes, producción de. Parte de la generación de viajes que tiene lugar en el origen de los mismos.

viajes, repartición modal de. Proporción de viajes hechos por modo de transporte.

vida útil. Duración total de la productividad de una pieza de equipo. Término normalmente usado con referencia a vehículos.

vivienda, unidad de. Habitación o grupo de habitaciones donde vive un individuo o familia.

volumen. En lo concerniente al transporte, número de unidades (pasajeros o vehículos) que pasan por un punto en una facilidad de transportación, durante un intervalo específico de tiempo, normalmente una hora.

volumen asignado en un punto de enlace (vínculo). En lo concerniente a planeación, el volumen asignado de tráfico en un punto de enlace (vínculo).

volumen de diseño. Volumen de tránsito que se adopta para diseñar o proyectar una vía.

volumen de pasajeros. Número de pasajeros que viajan por una ruta o un corredor y que pasan por un punto de control durante una hora o período de tiempo determinado. Este valor varía a lo largo de la ruta, tanto temporal como espacialmente.

volumen de servicio. Volumen máximo horario que puede circular por una calzada o carril a cierto nivel de servicio.

volumen de tránsito. Número de vehículos o peatones que pasan por un punto de una vía o cualquiera de sus partes por unidad de tiempo, que suele ser un día o una hora.

volumen de tránsito mixto. Volumen que comprende vehículos ligeros y pesados.

volumen en la hora pico. El que circula durante la hora pico (véase hora pico).

volúmen en un punto de enlace. En lo concerniente a planeación, el número total de vehículos de carretera o de pasajeros en tránsito, asignados a un punto de enlace de una red.

volumen horario. Cociente entre el número de vehículos que pasan por un punto de una vía, calzada o carril, durante un período de tiempo cualquiera, y el valor del período en horas.

volumen horario de máxima demanda (VHMD). Máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos.

volumen horario de proyecto (VHP). Volumen de tránsito horario que se utiliza para determinar las características geométricas de la vía.

volumen horario máximo de tránsito. Permite determinar el máximo volumen de tránsito registrado durante el período del estudio, y a través de éste se identifica cuál es la hora pico. Se expresa en vehículos por hora.

volumen horario máximo anual (VHMA). Máximo volumen horario que ocurre en un punto o

sección de un carril o de una calzada durante un año determinado.

volumen peatonal. Número de personas que pasan por un punto determinado (un andén o un paso peatonal en los accesos de una intersección) por unidad de tiempo.

volumen por sentido en la hora de diseño. Volumen de tránsito en su sentido predominante durante la hora que se escoge para diseñar una vía.

volúmenes, mapa de. Representación gráfica de los volúmenes de tránsito en planos o mapas por medio de bandas cuyo ancho suele ser proporcional a dichos volúmenes.

vulnerabilidad. Factor de riesgo interno de un sujeto o sistema expuesto a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca a ser afectado o de ser susceptible a sufrir una pérdida.

Z

zona amarilla. Área de la vía pública, demarcada con cupos de estacionamiento provisional para los vehículos de transporte de pasajeros de tipo individual –taxis–, donde previa autorización de la Secretaría de Tránsito, se pueden estacionar temporalmente vehículos tipo taxi en espera de que demanden sus servicios y donde el público puede acudir para la contratación de éstos.

zona de adelanto prohibido. Tramo en una carretera de dos o tres carriles, con circulación en ambos sentidos, donde se prohíbe adelantar en uno o en los dos sentidos.

zona de convergencia o divergencia. Zona triangular comprendida entre el borde izquierdo de un ramal de enlace y el borde derecho de la calzada principal con la que empalma el ramal.

zona de espera. Porción de la calzada que se reserva para que esperen allí los vehículos que van a efectuar maniobras de cruce o giro a la izquierda, sin estorbar al resto del tránsito.

zona de parada temporal. Parada temporal designada para una unidad de transporte en o cerca del final de la ruta o línea o en un punto de retorno.

zona de protección. Zona a los lados de una vía donde se procura que no existan taludes fuertes ni

obstáculos peligrosos que causen daños graves a los vehículos que se salgan accidentalmente de la vía.

zona de reserva vial. Franja de terreno que se adquiere para construir una vía.

zona escolar (vía). Tramo de una vía en las cercanías de una escuela, colegio o centro educativo.

zona peatonal. Lugar dedicado a los peatones.

zona restringida a automóviles. Área en la cual el tráfico vehicular es regulado por la hora del día y por el tipo de vehículo. El tráfico normal de automóviles y, a veces, la entrega de bienes, es limitado a ciertas horas al transporte público. A los vehícu-

los de emergencia y, normalmente, a los taxis, les está permitido el acceso no restringido.

zona semipeatonal. Tramos de calles muy congestionadas donde no se permite la entrada de automóviles con objeto de que queden más expeditas para los peatones y autobuses.

zonificación. División de una región urbana en zonas homogéneas, desde el punto de vista de la generación de viajes. En este proceso normalmente se toman en cuenta los factores siguientes: usos del suelo, número de viviendas, población total, número total de empleos, red vial existente, medios de transporte disponibles.