



Programas de monitoreo de tráfico

Ing. Henry Hernandez Vega, MSc / Unidad de Seguridad Vial y Transporte
correo electrónico: henry.hernandezvega@ucr.ac.cr

Introducción

Este boletín presenta conceptos introductorios relacionados con monitoreo de tráfico. Se pretende brindar conocimientos básicos relacionados con la importancia y aplicaciones de los datos de tráfico y se incluyen generalidades de programas para su monitoreo. Finalmente, este documento hace una breve referencia a los programas de monitoreo de tráfico en Costa Rica.

¿Qué es un programa de monitoreo de tráfico?

AASHTO (2009) define un programa de monitoreo de tráfico como la recolección, edición, resumen, análisis y reporte de datos de volumen, clasificación, peso y velocidad del tráfico, para apoyar a la programación, planificación, diseño y evaluación de la agencia de transporte, así como cumplir con requerimientos legales.

Importancia del monitoreo de tráfico: Aplicaciones de datos de tráfico

La Dirección de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes indica que "El conteo del tránsito es una de las funciones más básicas e importantes en la gestión y planificación de las carreteras. Se utiliza una gran variedad de estadísticas para el análisis del tránsito; sin embargo, el principal dato de interés para el diseño de programas de monitoreo de tránsito vehicular es el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)" (Zuñiga y Torres, 2011).

Los datos de tránsito recolectados pueden ser usados para la planificación estratégica de largo plazo, diseño estructural, diseño funcional, análisis económico y financiero, u otros análisis (MOPT, 2013). La Figura 1 y la Tabla 1 muestran diferentes áreas de aplicación de los datos de tránsito.

COMITÉ EDITORIAL
2013

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

Ing. Mónica Jiménez Acuña
Unidad de Materiales y Pavimentos

Daniela Alpízar Gutiérrez
Diseñadora Gráfica. Unidad de Diseño Gráfico

Figura 1. Áreas de aplicación de los datos de tránsito



Nota: Basado de AASHTO (2009), FHWA (2001) y Cal y Mayor y Cárdenas (2007).

Tipos de datos de tráfico

Los cuatro principales tipos de datos recopilados por programas de monitoreo de tráfico son volumen de tráfico, clasificación, peso y velocidad de vehículos (AASHTO, 2009).

El uso de una vía es medido con datos de volumen de tránsito y estos datos son usados en la mayoría de los análisis de ingeniería de tránsito (FHWA, 2001). Conteos de tránsito son necesarios para determinar volumen, tasa de flujo, demanda y capacidad (Cal y Mayor y Cárdenas, 2007).

La clasificación de los vehículos es necesaria para que las agencias de transporte cuenten con información de volumen de camiones para toda la red vial. Adicionalmente, las variaciones temporales de los camiones son diferentes a las variaciones horarias de los vehículos de pasajeros. Los criterios de clasificación de vehículos varían de acuerdo con las capacidades de los equipos y métodos de recolección. Los criterios de clasificación de vehículos más comunes están basados en los números de ejes de los vehículos y en la longitud de los vehículos.

Los datos de pesos de vehículos son usados para generar pesos promedio por tipo de vehículo y distribución de la carga por tipo de eje (eje simple, eje doble o tándem, eje triple o tridem, etc.). El reporte de estos datos es de utilidad para diseñadores de pavimentos. Es recomendable la caracterización de la red vial dentro de grupos de carreteras que experimenten similares cargas en términos de los pesos por vehículo. Otras aplicaciones de datos de peso de vehículos son mantenimiento de pavimentos, diseño de puentes, regulaciones y restricciones de cargas en pavimentos y puentes, evaluación de acciones

de control de peso de vehículos en carretera, evaluación de mejoras geométricas en las vías relacionados con la velocidad, peso y tamaño de los vehículos entre otros (FHWA, 2001).

Los datos de velocidad pueden ser presentados como datos promedio, como distribuciones de velocidad incluyendo el porcentaje de vehículos que sobrepasan el límite de velocidad o agrupada por rangos de velocidad (AASHTO, 2009). Adicionalmente, el percentil 85 de la distribución de velocidades del tráfico es la que comúnmente se utiliza como medida de velocidad de operación asociada a un lugar en particular (AASHTO, 2011).

Elementos mínimos de un programa de monitoreo

La Guía del Monitoreo de Tráfico (FHWA, 2001) recomienda un programa de monitoreo de tráfico que cuente con un modesto número de sitios de conteo continuo y permanente, además de un largo número de sitios de conteos de corta duración.

Los sitios de conteo continuo y permanente proveen conocimiento relacionado con variaciones temporales del tráfico, tales como variaciones horarias, mensuales o variaciones relacionadas con el día de la semana. Estos sitios de conteo proveen información detallada del volumen de tránsito y permiten el desarrollo de factores de ajuste temporales que son usados para remover la subjetividad de los conteos de corta duración para el cálculo del tránsito promedio diario anual (TPDA) (FHWA, 2001).

Dados los altos costos de instalación, mantenimiento y operación de las estaciones continuas y permanentes, los sitios de conteo de corta duración son necesarios con el fin de recopilar datos de tránsito en las diferentes secciones de la red vial. Los sitios de conteo de corta duración garantizan diversidad y cobertura geográfica. La duración mínima recomendada para un conteo de corta duración es de 48 horas (FHWA, 2001).

Cada programa de monitoreo de tráfico debe contar con procesos de control de calidad para la recolección y procesamiento de los datos con el fin de mejorar la calidad de los datos reportados.

Equipo

Existe una variedad de dispositivos para monitorear tránsito, que incluyen cámaras de video, radares, contadores neumáticos (conocidos como contadores de manguera), espiras en el pavimento, sensores piezoeléctricos, entre muchos otros; siendo los contadores neumáticos los más comunes para conteos de poca duración.

Los contadores neumáticos son dispositivos simples, de relativo bajo costo y de fácil instalación. Un impulso de aire es generado y detectado por el contador cada vez que un eje de un vehículo pasa sobre el tubo flexible. De esta manera, el volumen de vehículos puede ser calculado asumiendo un número promedio de ejes por vehículo.

Tabla 1. Ejemplos de aplicación de los datos de tr n

ACTIVIDAD EN EL ÁREA DE TRANSPORTE	EJEMPLOS DE APLICACIÓN
Ingeniería	Diseño geométrico y de pavimentos Dispositivos uniformes para el control del tráfico
Ingeniería Económica	Beneficios de mejoras en la infraestructura de transporte Costos de la operación de vehículos Costos asociados con congestión
Finanzas	Estimaciones de ingresos Ubicación de recursos Costos de viaje
Legislación	Definición de carreteras Límites de velocidad Políticas de pesos y dimensiones
Mantenimiento	Selección de itinerarios de mantenimiento Selección de actividades de mantenimiento Medidas de seguridad para zonas de trabajo
Operaciones	Tiempos de semáforos Límites de velocidad Control de pesos en carretera
Planificación	Diseños de sistemas de autopistas Proyecciones de viajes por tipo de vehículo Sistemas de monitoreo de congestión
Análisis ambiental	Análisis de calidad de aire Proyecciones de emisiones por tipo de vehículo Análisis de proyectos
Seguridad	Diseño de sistemas de seguridad Tasas de accidentes Diseño de sistemas de control del tráfico
Estadística	Tránsito promedio diario Viajes por tipo de vehículo Peso promedio por tipo de vehículo
Sector privado	Ubicación de áreas de servicio Mercadeo dirigido a cierto tipo de vehículos Tendencias en movimiento de carga

Nota: Modificado de AASHTO (2009) y FHWA (2001)

Cuando se tienen dos mangueras separadas a una distancia preestablecida (por ejemplo, un metro de separación) se puede determinar el número de ejes por vehículo. El contador calcula la velocidad a la que viaja un vehículo utilizando el tiempo que tarda el primer eje del vehículo en pasar del primero al segundo tubo flexible. Además, el contador determina la distancia entre los ejes del vehículo una vez conocida la velocidad del vehículo.

Los clasificadores de vehículos necesitan algoritmos para interpretar los espacios entre los ejes para clasificar los vehículos correctamente. El algoritmo más común en los Estados Unidos de América es el conocido como esquema F desarrollado por el departamento de transporte de Maine en los años ochenta. La administración de autopistas federales (FHWA por sus siglas en inglés) clasifica los vehículos en trece categorías las cuales son mostradas en la Tabla 2.

Figura 2. Instalación de contadores neumáticos.



Nota: Tomada de Zuñiga y Trejos (2011)

Existen dispositivos capaces de recopilar volumen de tráfico, clasificación, peso y velocidad de vehículos de manera simultánea. Por ejemplo, equipos conocidos como “pesaje en movimiento” (weigh-in-motion, WIM, por sus siglas en inglés) recopilan esta información por cada vehículo que pasa sobre el dispositivo.

Los equipos WIM requieren sensores sofisticados y un ambiente de operación controlado que incluye una vía sin pendiente con

un pavimento fuerte y en buenas condiciones. La instalación y la calibración de los equipos WIM son los más costosos. Estos sistemas están diseñados para medir la fuerza vertical aplicada por los ejes de los vehículos a los sensores instalados en la vía. Estas medidas son usadas para estimar los pesos de los ejes en caso de que los camiones estuviesen detenidos, dado que la fuerza vertical aplicada por el vehículo en movimiento no es igual al peso estático del eje (FHWA, 2001).

Adicionalmente, los dispositivos de los centros de control del tránsito son una fuente de datos en zonas urbanas y son capaces de funcionar como estaciones permanentes de conteo.

Monitoreo de tráfico en Costa Rica

El programa de monitoreo de tráfico en rutas nacionales es llevado a cabo por la Unidad de Gestión de Carreteras de la Dirección de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), con el fin principal de ser usados en la planificación estratégica de largo plazo.

La Dirección de Planificación Sectorial ha realizado un esfuerzo por recuperar la “capacidad técnica y gestión de información útil para la toma de decisiones y la planificación de la infraestructura del transporte” (MOPT, 2013).

Actualmente, el MOPT cuenta con doce estaciones de conteo permanente (ver Figura 3), las cuales han sido instaladas en los últimos dos años en puntos estratégicos de la Red

Tabla 2. Clasificación de vehículos de la FHWA

CLASE	VEHÍCULO
1	Motocicletas
2	Vehículos de pasajeros de dos ejes
3	Otros vehículos de dos ejes y cuatro llantas
4	Buses
5	Camiones unitarios de dos ejes y seis llantas
6	Camiones unitarios de tres ejes
7	Camiones unitarios de cuatro o más ejes
8	Camiones con un remolque (o semirremolque) de cuatro o menos ejes
9	Camiones con un remolque (o semirremolque) de cinco ejes
10	Camiones con un remolque (o semirremolque) de seis o más ejes
11	Camiones con más de un remolque (o semirremolque) de cinco ejes
12	Camiones con más de un remolque (o semirremolque) de seis ejes
13	Camiones con más de un remolque (o semirremolque) de siete o más ejes

Nota: Basado en descripciones de FHWA (2001)

Vial Nacional (RVN). Estas estaciones recopilan información respecto a velocidad, distancia entre ejes y clasificación de cada vehículo que pasa sobre los sitios de conteo. La Figura 4 muestra factores de ajuste temporales por día de la semana para tres estaciones permanentes de conteo de tránsito.

El MOPT cuenta con casi setecientas estaciones temporales de conteo; por cada estación es posible obtener información respecto al tránsito promedio diario y el tránsito promedio diario (TPD) por tipo de vehículo. En muchos casos, estos conteos no se realizan anualmente y el MOPT proyecta el tránsito en las estaciones cuyos datos tengan una antigüedad mayor a un año.

La información es diseminada principalmente a través del documento "Anuario de Información de Tránsito" el cual es publicado en el portal de internet del ministerio (5). El sistema de clasificación de vehículos incluido en el reporte incluye vehículos livianos, carga liviana, buses y camiones de tres, cuatro y cinco ejes. Adicionalmente, la Dirección de Planificación Sectorial también atiende solicitudes de estadísticas de tránsito promedio diario y proyecciones de tránsito.

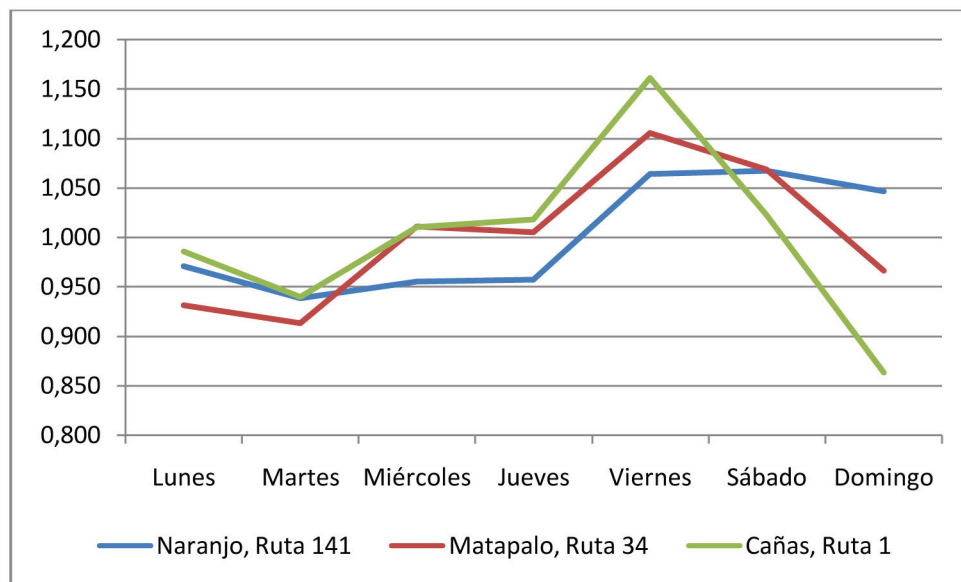
Adicionalmente, el Centro de Control del Tránsito tiene instaladas 80 cámaras de video, capaces de detectar y contar vehículos de manera permanente y continua en la ciudad de San José.

Figura 3. Ubicación de estaciones permanentes de conteo de tránsito



Nota: Tomado de MOPT (2013)

Figura 4. Factores de ajuste del tráfico por día de la semana para tres estaciones permanentes de conteo de tránsito



Nota: Basado en datos de MOPT (2013)

Conclusión

Los datos de tráfico son utilizados como insumo en una variedad de análisis y aplicaciones. La toma de decisiones en el sector transporte puede ser afectada por la calidad y cobertura de la información recopilada y suministrada por los programas de monitoreo de tránsito.

Referencias Bibliográficas

- AASHTO (2009). AASHTO Guidelines for Traffic Data Programs, 2nd Edition. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington D.C. Estados Unidos de América.
- AASHTO (2011). A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 6th Edition. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington D.C. Estados Unidos de América.
- Cal y Mayor, Rafael; Cárdenas, James (2007). Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones Octava Edición. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V. México, DF.
- FHWA (2001). Traffic Monitoring Guide. Federal Highway Administration. US Department of Transportation. Washington D.C. Estados Unidos de América.
- Ministerio de Obras Públicas y Transporte (2013). Anuario de Información de Tránsito 2012. Unidad de Gestión de Carreteras Dirección General de Planificación Sectorial. San José, Costa Rica. www.mopt.go.cr/planificacion/carreteras/AnuarioTránsito2012.pdf
- Zuñiga, Juan; Trejos, José (2011). Conteos Vehiculares. Ministerio de Obras Públicas y Transportes <http://www.mopt.go.cr/planificacion/#sito>

Programa de Infraestructura del Transporte PITRA

Ing. Luis Guillermo Loría, PhD.
Coordinador General

Ing. Fabián Elizondo
Subcoordinador

Unidades

Unidad de Auditoría Técnica

Ing. Jenny Chaverri, MScE.
Coordinadora

Unidad de Materiales y Pavimentos

Ing. José Pablo Aguiar, PhD.
Coordinador

Unidad de Evaluación de la Red Vial

Ing. Roy Barrantes
Coordinador

Unidad de Gestión Municipal

Ing. Jaime Allen, MSc.
Coordinador

Unidad de Desarrollo y Actualización de Especificaciones Técnicas

Ing. Jorge Arturo Castro
Coordinador

Unidad de Puentes

Ing. Rolando Castillo, PhD.
Coordinador

Unidad de Seguridad Vial y Transporte

Ing. Diana Jiménez, MSc., MBA
Coordinadora