

## DETERMINACION DE PARAMETROS BASICOS LOCALES DE INGENIERIA DE TRANSITO

Mónica Woywood Y., Rodrigo Fernández A., Víctor Neira R.  
Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Concepción  
Casilla 53 - C, Concepción (Chile)

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo fué investigar y determinar los parámetros y variables básicas de circulación vehicular en la ciudad de Concepción.

Los modelos de simulación de tránsito requieren ser alimentados con variables y parámetros de circulación. Normalmente, las variables se miden en terreno (flujos, velocidades, tasas de ocupación, etc.) y los parámetros se extraen de manuales y/o de otros estudios realizados en lugares de características similares, cuando no es posible medirlos directamente.

Dado que las investigaciones en esta materia realizadas en nuestro país se han centralizado y desarrollado en la ciudad de Santiago, existen varias recomendaciones de valores para estos parámetros válidas para la Región Metropolitana. Por otra parte, se estimó que el comportamiento de los usuarios capitalinos frente a las regulaciones de tránsito difiere de aquél que se presenta en otras ciudades. Esto se debe a que Santiago posee características propias de una megápolis que no se dan en otras ciudades del país.

Para probar esta hipótesis se midieron flujos de saturación y se determinaron factores de equivalencia de vehículos, pérdidas iniciales y ganancias finales en 10 intersecciones semaforizadas de Concepción. Se observaron algunas diferencias con los valores recomendados por el Manual de Señalización de Tránsito para el centro de la ciudad.

El trabajo realizado debe considerarse como un primer paso en la investigación de la probable existencia de comportamientos diferenciados de los flujos vehiculares en función de características locales de tráfico. Los resultados preliminares obtenidos constituyen un aliciente para profundizar la investigación en esta línea, que explique y aísle mejor las causas de las diferencias de comportamiento encontradas.

## 1. INTRODUCCION

Los modelos de simulación de tránsito requieren ser alimentados con variables y parámetros de circulación vehicular tales como flujos vehiculares, velocidades medias, tasas de ocupación de vehículos, flujos de saturación, factores de equivalencia entre vehículos, pérdidas al inicio y ganancias al final de un periodo de verde de un semáforo, etc. Usualmente, las variables se miden en terreno (flujos, velocidades, tasas de ocupación, etc.) y los parámetros se extraen de manuales y/o de otros estudios realizados en lugares de características similares, cuando no es posible estimarlos directamente en terreno (flujos de saturación, pérdidas iniciales y ganancias finales en semáforos, factores de equivalencia de vehículos, etc.).

Dado que las investigaciones en esta materia realizadas en nuestro país se han centralizado y desarrollado en la ciudad de Santiago, existen varias recomendaciones de valores para estos parámetros válidas para la Región Metropolitana. Por otra parte, se estima que el comportamiento de los usuarios capitalinos frente a las regulaciones de tránsito difiere de aquél que se presenta en otras ciudades. Estos se debe a que Santiago posee características propias de una megápolis que no tienen por qué ser replicadas en otras ciudades del país.

Para probar esta hipótesis es necesario, por ejemplo, medir flujos de saturación y estimar, entre otros parámetros, factores de equivalencia de vehículos, pérdidas iniciales y ganancias finales en intersecciones semaforizadas en alguna otra ciudad suficientemente importante como para que las interacciones entre vehículos puedan ser detectables y cuantificables. Concepción es una ciudad que reúne estos requisitos.

En este contexto, el objetivo de este estudio fué determinar parámetros globales de capacidad de intersecciones semaforizadas, representativos del comportamiento local, y compararlos con aquéllos recomendados a nivel nacional.

En la sección siguiente se detallan los parámetros estimados para el logro de este objetivo, los procedimientos de estimación utilizados, así como los sitios de medición en la ciudad de Concepción y los requisitos que éstos debieron cumplir. Posteriormente se presentan los resultados más relevantes encontrados en este estudio y su comparación con los valores recomendados. Finalmente se establecen las principales conclusiones del trabajo realizado a la luz de los resultados obtenidos.

## 2. DEFINICION Y MEDICION DE VARIABLES Y PARAMETROS

La primera actividad acometida en la investigación fué una revisión de los antecedentes teóricos respecto del tema con énfasis en el estudio de los métodos existentes para estimar

capacidades de intersecciones semaforizadas, así como en la revisión de estudios anteriores sobre la materia realizados en el país (Neira, 1991).

Lo anterior condujo a una definición de las variables y parámetros a analizar que representan con mayor claridad las características del tráfico local. Estas variables fueron el flujo de saturación en intersecciones semaforizadas, las pérdidas iniciales y ganancias finales frente al semáforo y los factores de equivalencia de vehículos.

Definidas las variables, se procedió a la definición del proceso de recolección de datos y estimación de variables. Para esto fué considerada la aplicación de cuatro métodos distintos de modo de comparar los resultados y aplicabilidad de cada uno, obteniendo así una medida de la independencia de los resultados obtenidos. Los métodos aplicados fueron los de regresión sincrónica, método Road Note 34, medición de intervalos y regresión asincrónica. Todos ellos se encuentran debidamente detallados en la literatura (Kimber et al, 1985; Road Research Laboratory, 1963).

Establecidos los métodos se procedió a identificar los lugares de medición para la estimación de las variables relevantes antes definidas. Se realizó una inspección visual de un número superior a las 15 intersecciones semaforizadas en las comunas de Concepción y Talcahuano como posibles sitios de medición. Algunas de ellas debieron ser descartadas debido a que presentaron características que hubiesen hecho difícil lograr resultados representativos. De este análisis, surgieron 10 sitios definitivos para efectuar las mediciones:

- P.de Valdivia/Sargento Aldea,
- Golondrinas/Colón,
- Prat/Chacabuco,
- Tucapel/Chacabuco,
- San Martín/Colo Colo,
- Castellón/Barros Arana,
- Caupolicán/Freire,
- Irarrázaval/Maipú,
- Chacabuco/Prat,
- 21 de Mayo/Pedro de Oña.

Estos lugares cumplieron con las siguientes características:

- intersecciones saturadas,
- uso ordenado de pistas,
- sin influencia de paraderos de locomoción colectiva,
- sin obstrucciones aguas abajo de la intersección,
- sin factores externos que influyan en el comportamiento.

Lo anterior llevó a descartar sitios atractivos, tales como las calles O'Higgins, Freire, Maipú, Rengo, etc. que presentan alta demanda, pero que no cumplen los requisitos anteriores.

El procedimiento de recolección de datos consistió en filmaciones mediante una cámara de video portátil en cada sitio de modo de completar un tamaño muestral mínimo de aproximadamente 40 ciclos saturados utilizables para la estimación de las variables y parámetros. Posteriormente, estas filmaciones fueron sometidas a análisis detallados utilizando un equipo de video para extraer de ellas los datos relevantes.

Los datos fueron luego procesados utilizando paquetes computacionales estadísticos (SPSS) y métodos manuales ad hoc. Una descripción detallada de los procedimientos de recolección y procesamiento de la información recolectada puede encontrarse en Neira (1991).

A partir de los resultados obtenidos en virtud del procedimiento anterior se procedió a analizar comparativamente los parámetros básicos de capacidad de intersecciones semaforizadas estimados en Concepción, con respecto a aquéllos recomendados a nivel nacional. Esto se detalla en la sección siguiente.

### 3. RESULTADOS

Los resultados arrojados por la investigación son variados y su detalle puede encontrarse en las referencias y publicaciones derivadas de ésta. En esta sección sólo serán mencionados aquéllos que se consideran más relevantes, obtenidos por el método de regresión sincrónica.

Respecto de los flujos de saturación, fué posible distinguir dos regiones dentro de la ciudad en la cual existen comportamientos diferenciados: zona céntrica y zona periférica. La primera caracteriza al centro de la ciudad donde existe locomoción colectiva y/o importante presencia de peatones. La segunda corresponde a lugares que, ya sea están fuera del centro, o no presentan altos flujos de peatones o locomoción colectiva. Para ambas los flujos de saturación básicos obtenidos fueron:

- zona céntrica : 1420 ADE/h
- zona no céntrica: 1820 ADE/h

Los valores correspondientes recomendados por la que puede considerarse la norma chilena al respecto (MINTRATEL, 1983) son de 1650 ADE/h y 1840 ADE/h, respectivamente. Estos valores fueron derivados de estudios conducidos en Santiago.

A partir de este resultado se observa que, al menos en el centro de la ciudad, existen diferencias de comportamiento de hasta un 15% con respecto a los valores recomendados a nivel nacional. Se desprende, por lo tanto, la necesidad de revisar los valores aconsejados por la norma ante ausencia de mediciones en terreno.

En relación a la pérdida inicial y ganancia final frente a un semáforo esta investigación arrojó los siguientes valores:

- pérdida inicial: 2.1 seg
- ganancia final : 3.0 seg

La citada norma recomienda para este caso una pérdida inicial aproximadamente igual a la ganancia final. Estos resultados difieren nuevamente de los valores recomendados a nivel nacional, ya que subestiman, al menos, la ganancia final para la realidad local.

En cuanto a los factores de equivalencia entre vehículos, éstos fueron considerados en forma separada en cada una de las zonas de comportamiento diferenciado propuestas por este estudio (centro y periferia). Aún cuando esta perspectiva de comportamiento diferenciado de los factores de equivalencia por zonas es un aspecto novedoso, que no es considerado por la norma chilena, es posible establecer las diferencias entre ésta y los resultados obtenidos (Tabla 1).

Tabla 1: Factores de equivalencia de vehículos

ZONA	TIPO VEH	U. DE C.	MINTRATEL
centro	auto	1.0	1.0
	taxis	1.0	1.0 (1.35 vacío)
	bus	1.6	2.0
	taxibus	1.6	1.65
	camión <10ton	2.2	2.0
periferia	bus	2.1	2.0
	taxibus	2.1	2.0
	camión ≥10ton	3.7	2.5

De la Tabla 1 puede observarse algunas diferencias:

En primer término, no aparece un comportamiento diferenciado entre taxis ocupados y desocupados en Concepción, producto de la existencia de paraderos de taxis bien definidos y establecidos.

No hay diferencia de comportamiento entre buses y taxibuses, producto de la composición del parque de locomoción colectiva de Concepción, formado mayoritariamente por taxibuses.

Existe una mayor influencia relativa de los camiones de dos ejes en la zona céntrica de Concepción que aquélla recomendada por la norma.

Hay una marcada diferencia entre los factores de equivalencia de los camiones pesados (de más de 10 toneladas) con respecto a los valores recomendados. Esto recoge una característica local en cuanto a la circulación de camiones de gran tonelaje,

principalmente cargados de productos forestales, por la periferia del centro, hecho que no se observa en la realidad para la que fué concebida la norma (Santiago).

#### 4. DISCUSION

El trabajo realizado debe considerarse como un primer paso en la investigación de la probable existencia de comportamientos diferenciados de los flujos vehiculares en función de características locales de tráfico. Los resultados preliminares obtenidos constituyen un aliciente para profundizar la investigación en esta linea, que explique y aislen mejor las causas de las diferencias de comportamiento encontradas.

En virtud de estos resultados, los que establecen cuantitativamente por primera vez en el país un comportamiento diferenciado del tráfico urbano entre Santiago y otra ciudad, se ha confirmado la hipótesis de trabajo de la investigación. De esta forma, ha quedado de manifiesto que el comportamiento de los conductores frente a intersecciones semaforizadas en ciudades como Concepción es, en general, más relajado en comparación con sus similares de Santiago. Esto se traduce en tasas de descarga de la intersección más bajas, mayores pérdidas al inicio del periodo de verde y mayor aprovechamiento del periodo amarillo.

Debido a que en ciudades de tamaño medio como Concepción no existen problemas de congestión de tránsito generalizados, resulta difícil observar condiciones de saturación por períodos prolongados que hagan posible la detección de diferencias de comportamientos del tráfico con respecto a otras ciudades. Esta puede ser la razón por la cual los resultados obtenidos en esta investigación no hayan sido observados por los diversos estudios puntuales de ingeniería tránsito que se han llevado a efecto en Concepción en el último tiempo. No obstante, un estudio académico más prolongado reveló las diferencias anotadas.

También se logró disponer de una base de datos de parámetros locales de tráfico anteriormente inexistente en Concepción, la cual puede extrapolarse para representar comportamientos específicos que tengan lugar en ambientes similares. Esta puede servir de base para otras ciudades importantes del país de tamaño mediano.

Otro resultado relevante es aquél que establece cuantitativamente la gran interacción que producen los camiones de gran tonelaje al circular por intersecciones urbanas. Esto significa una importante reducción en la capacidad de la intersección que se manifiesta por un elevado factor de equivalencia para este tipo de vehículos.

Los anteriores resultados deberán hacer posible, en el futuro, establecer proposiciones generales que permitirán mejorar la toma de decisiones relacionadas con la gestión de tráfico urbano en

Concepción y ciudades de características similares. En este sentido se intuye que el menor aprovechamiento de la capacidad, reflejada en menores flujos de saturación y mayores factores de equivalencia de vehículos, indicaría una sobrevaloración de los beneficios derivados ante un mejoramiento de la infraestructura vial urbana.

#### AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fué financiada por la Dirección de Investigación de la Universidad de Concepción, Proyecto DIUC 20.91.09.

#### REFERENCIAS

- KIMBER, R.M., McDONALD, M. & HOUNSELL, N. (1985) Passenger car units in saturation flows: Concept, definition, derivation. *Transportation Research*. Vol. 19B(1), pp. 39-61.
- MINTRATEL (1983) Manual de Señalización de Tránsito. Santiago, Chile.
- NEIRA, V. (1991) Análisis del comportamiento de la circulación vehicular en la ciudad de Concepción. Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Concepción.
- ROAD RESEARCH LABORATORY (1963) A method for measuring saturation flow at traffic signals. *Road Note 34*, HMSO, London.

