

# La Matemática Importa Aplicada.

## La Matemática detrás de las predicciones de tráfico



### Términos técnicos utilizados:

Ecuaciones diferenciales ordinarias, ecuaciones diferenciales parciales, ecuaciones diferenciales con retraso, autómatas celulares, simulación de Monte Carlo, análisis de bifurcación.

### Usos y aplicaciones:

Los modelos de tráfico precisos pueden ser utilizados para identificar las causas del tráfico y predecir niveles de tráfico. Estos modelos pueden ser útiles en el diseño de mejores sistemas de caminos y carreteras tanto como para encontrar rutas de manejo óptimas desde una locación inicial hacia un destino basadas en la evolución de las condiciones de tráfico.

### Cómo funciona:

Aunque el tráfico es un fenómeno que ocurre diariamente, las causas del tráfico no siempre son bien entendidas. Una variedad de factores pueden influenciar el desarrollo de un embotellamiento, tales como la sincronización de las señales de tráfico, el volumen de carros en el camino, el comportamiento de los conductores y la topología de la red vehicular. Los investigadores que generan modelos de tráfico tratan de entender las causas de los congestionamientos creando modelos de una situación de tráfico y después observando cómo los niveles de tráfico predichos cambian mientras se varían los parámetros del modelo.

Uno de los métodos para modelar tráfico es usar las ecuaciones desarrolladas en el campo de mecánica de fluidos donde el tráfico se modela como un fluido. Este método usa ecuaciones diferenciales parciales para encontrar la densidad de los vehículos como funciones de tiempo y espacio. El tráfico también puede ser modelado con autómatas celulares, como en el modelo de Nagel-Schreckenberg, en lo cual el camino es modelado como un arreglo de celdas las cuales pueden ser ocupadas por carros y las reglas del modelo dictaminan los cambios de posición y velocidad a través del tiempo. Debido a que estos modelos tienen elementos aleatorios, las simulaciones de Monte Carlo son utilizadas para encontrar el comportamiento del tráfico en muchos ensayos. Alternativamente, las ecuaciones diferenciales ordinarias pueden ser utilizadas para modelar el cambio continuo en el tiempo de la posición de un vehículo en particular, basado en el límite de velocidad y el espacio entre carros vecinos. Éstas ecuaciones describen un sistema dinámico cuyos estados estacionarios pueden ser analizados usando una combinación de simulaciones numéricas y técnicas analíticas tales como el análisis de bifurcación. Por último, las ecuaciones diferenciales con retraso también pueden ser utilizadas, en este caso el tiempo de reacción del conductor es incorporado en el modelo de ecuación diferencial.

### Datos interesantes:

La modelación matemática ha demostrado cómo la combinación de congestionamiento y el comportamiento del un conductor en particular pueden crear un embotellamiento. Si el tráfico está fluyendo en un camino con un alto volumen de conductores y un solo conductor distraído frena fuerte y repentinamente, entonces una ola del frenado se puede propagar hacia atrás creando una paralización en el camino por varias millas.

### Referencias:

G. Orosz, R. Wilson, R. Szalai, and G. Stépán. "Exciting traffic jams: nonlinear phenomena behind traffic jam formation on highways," *Phys. Rev. E* 80, 046205 (2009) K. Nagel and M. Schreckenberg, "A cellular automaton model for freeway traffic," *J. Phys. I France* 2, 2221-2229 (1992) M. Bando, K. Hasebe, A. Nakayama, A. Shibata, and Y. Sugiyama, "Dynamical model of traffic congestion and numerical simulation," *Phys. Rev. E* 51, 1035 (1995). M. Bando, K. Hasebe, A. Nakayama, A. Shibata, and Y. Sugiyama, "Dynamical model of traffic congestion and numerical simulation," *Phys. Rev. E* 51, 1035 (1995).

Submitted by Lee Mendelowitz, University of Maryland, second place Math Matters, Apply It! contest, January 2012. Traducción cortesía de Aisha Nájera Chesler, Department of Mathematics, Claremont Graduate University.



Society for Industrial and Applied Mathematics

[www.siam.org](http://www.siam.org)

[www.siam.org/careers/matters.php](http://www.siam.org/careers/matters.php)

**siam.**